

Preisgekrönt von dem Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen.

# Die Schule des Locomotivführers.

## Handbuch

für

Eisenbahnbeamte und Studirende technischer Anstalten.


Gemeinfaßlich bearbeitet von

**J. Brosius,**
Königl. Eisenbahn-Director,
Breslau.

und

**R. Koch,**
Oberinspector bei der General-Direction der Königl. Württemberg. Staats-Eisenbahnen, Stuttgart.


Mit einem Vorwort

von

**weiland Edmund Heusinger von Waldegg,**
Redacteur des „Organs für Eisenbahnwesen".

Zweite Abtheilung:

**Die Maschine und der Wagen.**

Mit 441 Holzschnitten und 1 lith. Tafel.

**Siebente vermehrte und verbesserte Auflage.**


Wiesbaden.
Verlag von J. F. Bergmann.
1892.

# Inhaltsverzeichniß der II. Abtheilung.

Seite.

Einleitung . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 193—200
Dampfcylinder, Kurbelstange, Kurbel . . . . . . . . . . . 193
Steurung, Kreuzkopf, Gleitbahn, Kurbelkreis, Hub, höchster Hub 194
Kolbengeschwindigkeit . . . . . . . . . . . . . . . . . . 195—196
Unregelmäßigkeit der Kolbenbewegung . . . . . . . . . . 197—198
Vor- und Nacheilen der Kurbel . . . . . . . . . . . . . . 199
Stellung der Kurbel zum Kolben . . . . . . . . . . . . 199—200

**III. Die Steurungen** . . . . . . . . . . . . . . . . . . 201—319

1. Die einfache Schiebersteurung . . . . . . . . . . 201—222
Schieberkasten, Dampfkanäle, innere Steurung, Schiebersteurung, Grund-, Vertheilungsschieber, Expansionsschieber, Schieberspiegel, Schieberlappen . . . . . . . . 201—202
Aeußere Steurung, Excentrics, Vorwärts- und Rückwärts-, Excentricität, Excenterstange, Schieberstange, Umsteurung, Muschelschieber, äußere und innere Ueberdeckung . . . 203—205
Schwingungsmittelpunkt . . . . . . . . . . . . . . . . . 206
Bewegung des Schiebers zu der des Kolbens . . . . . . . 207—208
Voreilwinkel, Voreilen auf der Dampf- und Luftseite, schädlicher Raum, todter Gang . . . . . . . . . . . . . . . 209—210
Expansion des Dampfes, Anfang und Dauer . . . . . . 211—213
Compression des Dampfes, Anfang und Dauer . . . . . 214—215
Die vier Perioden der Dampfvertheilung, Admission, Expansion, Exhaustion, Compression . . . . . . . . . . 216—217
Umsteurung . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 218—219
Gabelsteurung, Coulisse, Coulissenstein . . . . . . . . . 220—222

2. Die Stephenson'sche Coulissensteurung . . . . . 222—235
Der todte Punkt, offene und gekreuzte Excenterstangen . . 223—224
Länge der Hängeeisen . . . . . . . . . . . . . . . . . . 225—227
Länge des Armes der Steurungswelle . . . . . . . . . 228—229
Krümmung der Coulisse . . . . . . . . . . . . . . . . . 230—231
Veränderlichkeit des Voreilens . . . . . . . . . . . . . 232—235

Seite.
3. Steurung von Gooch . . . . . . . . . . . . . . 235—237
Schieberschubstange . . . . . . . . . . . . . . . . . 235
Lage des festen Drehpunktes der Coulisse, Länge des Armes der Steurungswelle, Krümmung der Coulisse . . . . 236—237
4. Steurung von Allan . . . . . . . . . . . . . . 238—239
5. Steurung von Heusinger von Waldegg . . . . . 239—241
6. Verhalten des Dampfes von seiner Bildung bis zum Austritt aus dem Blaserohr . . . . . . 241—252
Querschnitt des Regulators und der Dampfkanäle . . . . . 242
Admissionsperiode . . . . . . . . . . . . . . . . 243
Expansionsperiode . . . . . . . . . . . . . . 243—246
Compressionsperiode . . . . . . . . . . . . . 246—247
Breite des Dampfaustrittkanales . . . . . . . . . . . 247
Der schädliche Raum . . . . . . . . . . . . . 248—250
Voreilen des Schiebers . . . . . . . . . . . . 250—252
7. Vergleichung der Steurungen von Stephenson, Gooch und Allan . . . . . . . . . . . . . 252—256
8. Steurungen mit besonderen Expansionsschiebern 257—258
9. Constructives . . . . . . . . . . . . . . . . 259—304
Außen und innen liegende Steurungen . . . . . . . . 259
Dampfschieber, mit doppelter Einströmung . . . . . . . . 262
Schieberrahmen . . . . . . . . . . . . . . . . . 263
Schieberstange, Prisma . . . . . . . . . . . . . . 265
Geradführung . . . . . . . . . . . . . . . . 266—271
Regulierung der Schieber . . . . . . . . . . . 268—270
Form der Coulisse von Stephenson . . . . . . . . . . 271
" " " " Gooch . . . . . . . . . . . 272—273
" " " " Allan . . . . . . . . . . . . . 274
Excenterstangen . . . . . . . . . . . . . . . 276—277
Excentrics . . . . . . . . . . . . . . . . . . 278—280
Lage der Steurungstheile . . . . . . . . . . . 280—282
Hängeeisen . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 283
Steurungswelle . . . . . . . . . . . . . . . . 284—288
Steurungshändel . . . . . . . . . . . . . . . . . 289
Steurungsschrauben . . . . . . . . . . . . . . 290—304
Dampfumsteurung . . . . . . . . . . . . . . . 302—304
10. Regulirung der Steurung . . . . . . . . . . . 304—319
**IV. Wagen, Cylinder, Kolben &c.** . . . . . . . . . . . . 320

Seite.

1. Eintheilung der Locomotiven . . . . . . . . . . 320—321
2. Die Längsträger . . . . . . . . . . . . . . . . 322—327
Innerhalb der Räder . . . . . . . . . . . . . . . 322—323
Außerhalb der Räder . . . . . . . . . . . . . . . 323—325
Doppelte Längsträger . . . . . . . . . . . . . . 326—328
3: Der Kesselträger . . . . . . . . . . . . . . . 328—336
Unter dem Langkessel . . . . . . . . . . . . . . 328—331
An der Feuerkiste . . . . . . . . . . . . . . . 331—336
4. Buffer, Bufferbohlen, Zughaken und Bahnräumer . . . . . . . . . . . . . . . . . . 336—340
5. Der Zugkasten . . . . . . . . . . . . . . . . 340—348
Kuppelung zwischen Maschine und Tender . . . . . . 340—348
6. Achsen und Räder . . . . . . . . . . . . . . 348—371
Achsen bei außen liegenden Cylindern . . . . . . . . 352—358
„ „ innen „ „ . . . . . . . . 358—359
„ „ außerhalb der Räder liegenden Längsträgern 359—360
Achseneinbrüche . . . . . . . . . . . . . . . . 462—364
Räder, Bestandtheile . . . . . . . . . . . . . . 364
Radreifen . . . . . . . . . . . . . . . . . . 365—370
Befestigung und Form derselben . . . . . . . . . . 367
Sprengring . . . . . . . . . . . . . . . . . . 368
Anziehen der Räder . . . . . . . . . . . . . . . 369
7. Achsbacken und Stellkeile . . . . . . . . . . . 371—375
8. Achslager und Lagerkasten . . . . . . . . . . . 375—583
Lagermetall . . . . . . . . . . . . . . . . . 376—380
9. Federn und Balanciers . . . . . . . . . . . . 383—402
Durchbiegung der Feder, Tragfähigkeit und Krümmung . 385—391
Federgehänge und Stütze . . . . . . . . . . . . . 390—392
Federbund . . . . . . . . . . . . . . . . . . 388—390
Anordnung der Federn und Balanciers . . . . . . . . 391—399
Balancierfeder . . . . . . . . . . . . . . . . 393
Querbalancier . . . . . . . . . . . . . . . . . 400
Drehpunkt des Balanciers . . . . . . . . . . . . 401—402
10. Dampfcylinder . . . . . . . . . . . . . . . 402—413
Außerhalb der Längsträger liegende Cylinder . . . . . . 404
Befestigung der Cylinder . . . . . . . . . . . . 407—409
Innerhalb der Längsträger liegende Cylinder . . . . . 404—411
Cylinderdeckel . . . . . . . . . . . . . . . . . 412

| | | Seite. |
|---|---|---|
| | Stopfbüchse | 412—413 |
| | Verpackung | 413 |
| 11. | Dampfkolben | 413—418 |
| | Kolbenkörper | 413 |
| | Schwedische Kolben | 414 |
| | Kolbenringe | 414—416 |
| 12. | Kreuzköpfe | 418—424 |
| | Gleitschuhe, Gleitflächen | 420—424 |
| 13. | Gleitbahnen und Gleitbahnhalter | 424—426 |
| 14. | Kurbel= und Kuppelzapfen | 426—430 |
| | Gegenkurbel | 429—430 |
| | Kugelzapfen | 430 |
| 15. | Kurbel= und Kuppelstangen | 430—441 |
| 16. | Schmiervorrichtungen | 441—453 |
| | Theile, welche zu schmieren sind | 441—442 |
| | Schmiermaterial | 443—444 |
| | Aelteste und ältere Schmiervorrichtungen | 445—446 |
| | Neuere Schmiervorrichtungen | 447—448 |
| | Schmierung der Schieber und Cylinder | 448—453 |
| 17. | Die störenden Bewegungen der Locomotive | 453—463 |
| | Nicken, Galoppiren, Stampfen, Wogen | 455 |
| | Wanken oder Schwanken | 457 |
| | Schlingern | 458 |
| | Beseitigung der störenden Bewegungen | 458—463 |
| 18. | Verschiedene Federanordnungen | 463—470 |
| | Bei zweiachsigen Locomotiven | 464—466 |
| | Bei dreiachsigen Locomotiven | 466—470 |
| 19. | Radstand der Locomotive | 470—472 |
| 20. | Bewegliche Radgestelle | 472—477 |
| 21. | Verschiebbare Achsen | 477—478 |
| 22. | Verschiedene Locomotivarten | 478—482 |
| | Außen liegende Cylinder, innen liegende Längsträger | 478 |
| | „ „ „ außen „ „ | 479 |
| | Innen „ „ „ „ „ | 480 |
| | „ „ „ innen „ „ | 481 |
| | Vortheile und Nachtheile der verschiedenen Arten | 482 |
| 23. | Tenderlocomotiven | 482—486 |
| | Bremse derselben | 484—486 |

Seite.

24. Schwere und leichte Maschinen . . . . . . . . . . 486—488
Vortheile und Nachtheile beider . . . . . . . . . . . . . . 487
Locomotive von Crampton . . . . . . . . . . . . . . 487
Locomotive von Behne-Kool . . . . . . . . . . . . . . 488
25. Neuere Locomotivarten . . . . . . . . . . . . . 489—513
Dampfomnibus von Belpaire und Rowan . . . . . . . . 489—493
Städte-Eisenbahn-Locomotive . . . . . . . . . . . . 493—494
Locomotive mit Gepäckraum . . . . . . . . . . . . . . 494
Heißwasser-Locomotive . . . . . . . . . . . . . . 495
Luftlocomotive . . . . . . . . . . . . . . . . . 496
Elektrische Locomotive . . . . . . . . . . . . . 497—500
Verbund-Locomotive . . . . . . . . . . . . . . . 501—509
Natron-Locomotive . . . . . . . . . . . . . . . . 509—513
26. Der Sandstreuer . . . . . . . . . . . . . . . 513
27. Der Führerstand . . . . . . . . . . . . . . . 514
28. Der Tender . . . . . . . . . . . . . . . . . 516—525
Größe desselben . . . . . . . . . . . . . . . . . 516
Achslager . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 519—521
Verschiedene Theile des Tenders . . . . . . . . . . 521—522
Tenderbremse . . . . . . . . . . . . . . . . . . 523—525
29. Neuere Bremsvorrichtungen . . . . . . . . . . . 526
Westinghouse-Luftdruckbremse . . . . . . . . . . . 527—538
Carpenter-Luftdruckbremse . . . . . . . . . . . . 538—562
Vacuumbremse von Smith . . . . . . . . . . . . . 562—563
Vacuumbremse von Hardy . . . . . . . . . . . . . 564—576
Bremse von Heberlein . . . . . . . . . . . . . . 576—581
Luftdruckbremse von Steel . . . . . . . . . . . . 581—583
Vacuumbremse von Sander . . . . . . . . . . . . 583—587
Vacuumbremse von Körting . . . . . . . . . . . . 587—589
**V. Anhang** . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 590
Normalien . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 591—592

Eine lithographirte Tafel mit Zeichnungen eines Tenders.

# Einleitung.

Der im Locomotivkessel entwickelte Dampf soll zwei, vier oder mehr Räder der Locomotive herumdrehen, wodurch diese selbst auf den Schienen eine fortschreitende Bewegung annimmt.

Dieses wird auf folgende Weise erreicht:

In dem Dampfcylinder C, Fig. 182, läßt sich der Dampfkolben K, welcher überall dampfdicht an den Cylinderwandungen anliegt, hin und her verschieben. An den Kolben schließt sich die Kolbenstange S, an diese die Pleuelstange P, welche an den Zapfen Z der Kurbel R angreift. Wird der Kolben durch den in den Cylinder einfließenden hochgespannten Dampf z. B. von links nach rechts geschoben, wie der Pfeil dieses andeutet, so rücken Kolben- und Pleuelstange auch nach rechts und letztere versetzt die Kurbel in eine drehende Bewegung in demselben Sinne; das Rad der Locomotive, welches mit der Kurbel fest verbunden ist, nimmt an dieser Drehung Theil und kommt so die Locomotive in eine fortschreitende Bewegung von links nach rechts. Wenn der Kolben rechts ans Ende gekommen und der Dampf tritt nun hier ein, während gleichzeitig der hinter dem Kolben entweicht, so werden das Rad und die Locomotive die Bewegung von links nach rechts behalten und zwar so lange der Dampf abwechselnd an beiden Enden des Cylinders eintritt.

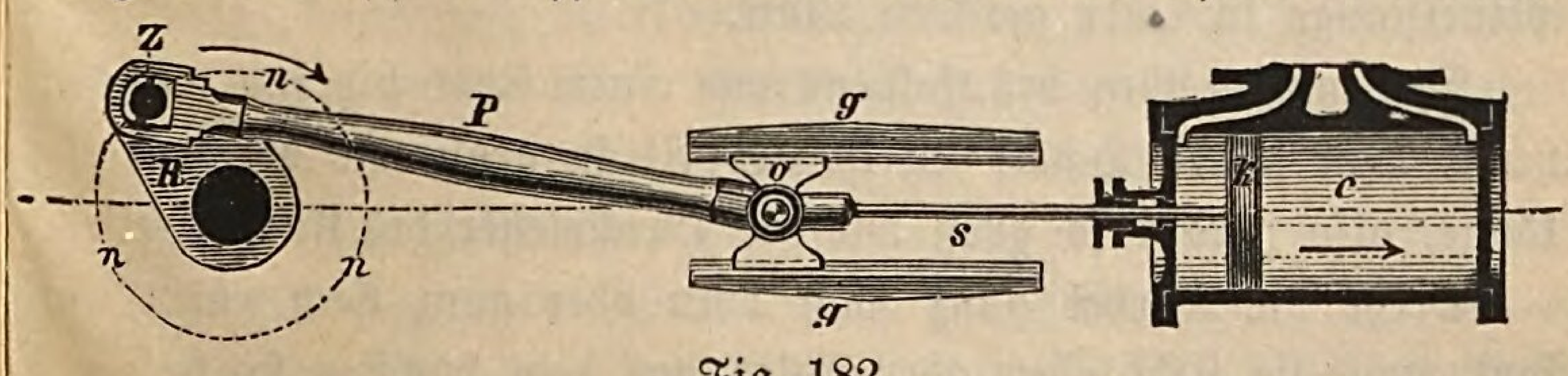



Fig. 182.

Läßt man den Dampf zuerst rechts und dann wieder abwechselnd an beiden Enden eintreten und wir verfolgen nun den Weg des Kolbens, der Pleuelstange und der Kurbel, so ist ersichtlich, daß sich nun letztere und das Rad von rechts nach links herumdrehen und die Locomotive eine fortschreitende Bewegung in demselben Sinne annimmt.

Diejenigen Theile der Maschine, welche es ermöglichen, nach Belieben den Dampf zuerst vor oder hinter den Kolben eintreten oder, was dasselbe sagt, die Locomotive vor- oder rückwärts laufen zu lassen, welche ferner den Dampf abwechselnd an beiden Enden des Cylinders einführen, und welche endlich den gebrauchten Dampf ins Freie entweichen lassen, faßt man zusammen unter dem Namen Steurung.

Ein zwischen Kolben- und Pleuelstange eingeschaltetes Stück o, der Kreuzkopf, welcher zwischen zwei Gleitbacken, der Gleitbahn g g, geführt wird, verhindert, daß sich die Kolbenstange beim Ablenken der Pleuelstange biegt.

Bevor wir auf die Steurung weiter eingehen, soll die geradlinige Bewegung des Kolbens mit Bezug auf die kreisförmige Kurbelbewegung betrachtet werden.

Der Kreis, in welchem sich der Mittelpunkt des Zapfens Z bewegt, an den die Pleuelstange angreift, heißt Kurbelkreis, n n n, Fig. 182.

Wenn der Kolben die beiden äußersten Stellungen im Cylinder einnimmt, so sagt man, er steht vorn oder hinten auf dem todten Punkte, je nachdem er ganz rechts (vorn) oder ganz links (hinten) steht. In beiden Fällen liegen die Mittellinien der Kolben- und Pleuelstange in einer geraden Linie.

Den ganzen Weg des Kolbens von einem Ende bis zum anderen nennt man seinen Hub; er ist doppelt so groß wie die Kurbellänge, also gerade so groß wie der Durchmesser des Kurbelkreises.

Steht die Kurbel ganz nach oben oder ganz nach unten, so sagt man, sie steht oben oder unten auf dem höchsten Hube.

Die Bewegung der Kurbel geht durch Vermittlung der Pleuelstange zwar von dem Kolben aus, jedoch nimmt die Locomotive nach einigen Radumdrehungen eine gleichförmige Geschwindigkeit an, in Folge dessen auch die Kurbel gleichmäßig umläuft und muß sich dann der Kolben in seinem Laufe nach dem der Kurbel richten.

Für die folgenden Untersuchungen werden wir Kurbel, Pleuel- und Kolbenstange, sowie die Steurungstheile nur durch Linien andeuten und überhaupt die Zeichnungen nur skizzenartig darstellen; im weiteren Verlaufe der Arbeit kommen wir auf das Constructive zurück.

Die Abmessungen der einzelnen Theile zu einander werden wir oft so nehmen, wie sie in der Praxis nicht vorkommen und wie sie theoretisch auch nicht sein sollen, damit in den Zeichnungen Eigenthümlichkeiten besser hervortreten.

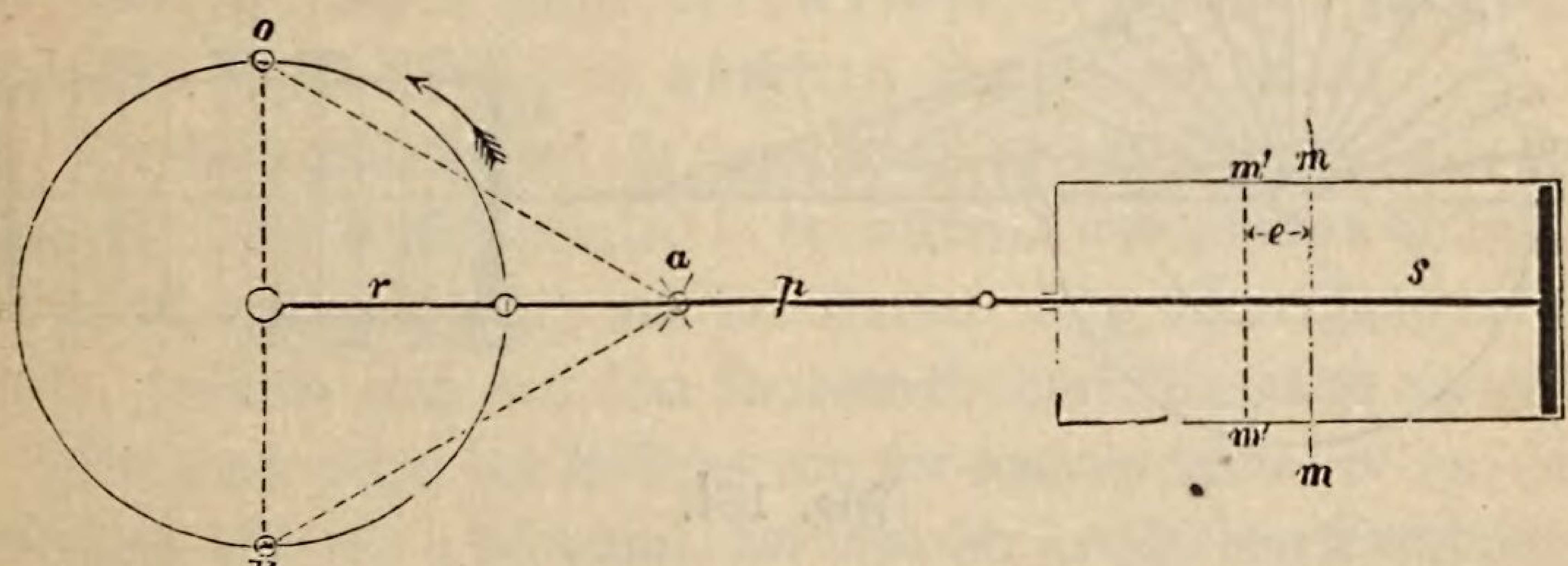



Fig. 183.

In Fig. 183 steht der Kolben vorn auf dem todten Punkte; die Kolbenstange s, die Pleuelstange p und die Kurbel r liegen in einer geraden Linie. mm sei die Mitte des Cylinders. Wenn die Kurbel unten bei u oder oben bei o auf dem höchsten Hube steht, so finden wir für diese Stellung der Kurbel die Kolbenstellung, wenn wir die Pleuelstangenlänge p in den Zirkel nehmen, damit um o oder u einen Kreis schlagen und von dem gefundenen Punkte a die Länge der Kolbenstange nach dem Cylinder hin abtragen. Wir finden den Kolben bei m' und zwar, wie ersichtlich, von rechts nach links gerechnet um die Entfernung e über die Cylindermitte hinaus. Da die Kurbel beide Hälften des Kurbelkreises

mit derselben Geschwindigkeit durchläuft, der vorderen Hälfte aber ein größerer Kolbenweg entspricht, so folgt:

1. Wenn die Kurbel auf dem höchsten Hube steht, so ist der Kolben schon über die Mittelstellung hinaus und muß er deshalb in der vorderen Cylinderhälfte schneller als in der hinteren laufen, weil für dieselbe Zeit der Weg ein längerer ist.

Wie in Fig. 183 gezeichnet, läuft die Kurbel links herum, welches dem Rückwärtsgange der Maschine entspricht. Lassen wir die Kurbel rechts herumlaufen, so wird beim höchsten Hube der Kolben die Cylindermitte noch nicht erreicht haben, so daß beim Vorwärtsfahren der Kolben der Kurbel nacheilt, dagegen beim Rückwärtsfahren voreilt. Die Bewegung des Kolbens ändert sich aber dadurch nicht.

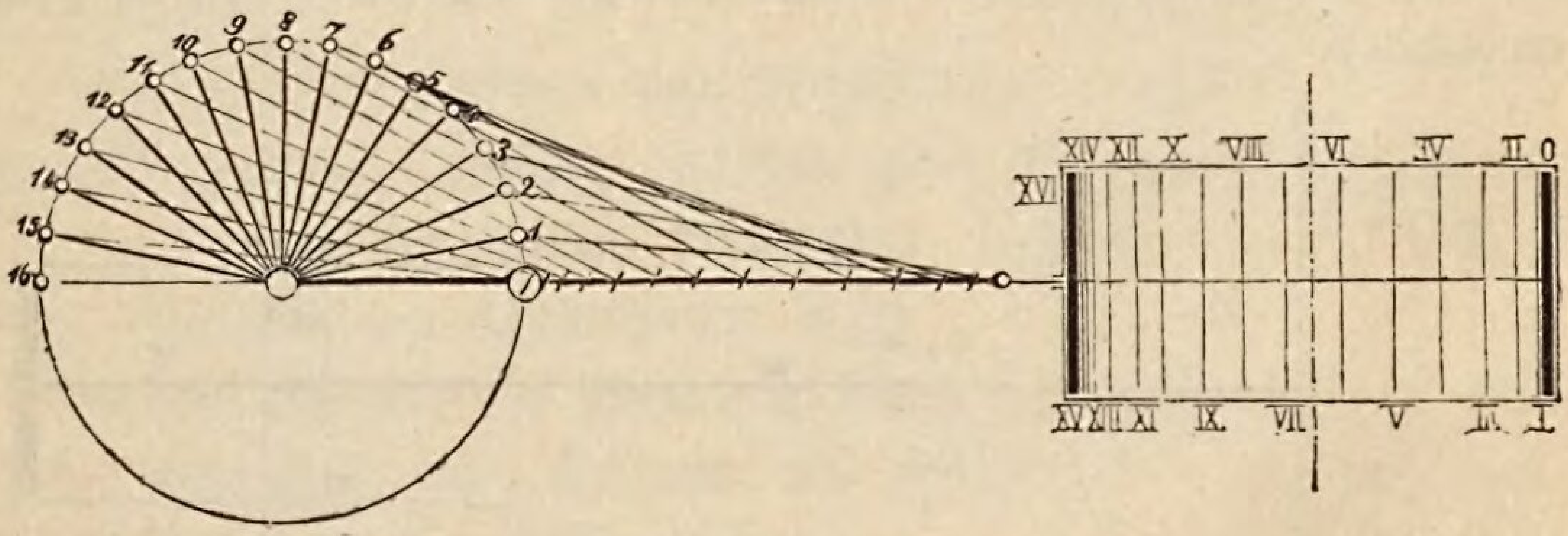



Fig. 184.

Theilen wir, Fig. 184, den Kurbelkreis in mehrere gleiche Theile, z. B. in 16, und suchen auf die oben angegebene Weise zu den Kurbelstellungen 1, 2, 3 . . . . 16 die zugehörigen Kolbenstellungen I, II, III . . . . XVI, so findet sich, daß für gleich lange Wege der Kurbel die des Kolbens nicht gleich sind, sondern diese werden von den todten Punkten nach der Mitte immer größer; da jeder einzelne Weg in derselben Zeit durchlaufen werden muß, so folgt:

2. Wenn die Kurbel gleichförmig rund läuft, so wird die Geschwindigkeit des Kolbens von den todten Punkten nach der Mitte zu immer größer und ist am größten in der dem höchsten Hube der Kurbel entsprechenden Stellung.

Wir wollen die Fig. 183 noch einmal zeichnen, Fig. 185, nur mit dem Unterschiede, daß die Pleuelstange länger sei. Suchen wir wieder auf die angegebene Weise für den höchsten Hub der Kurbel die Kolbenstellung, so finden wir sie bei m″ und zwar in diesem Falle näher bei der Cylindermitte. Es folgt:

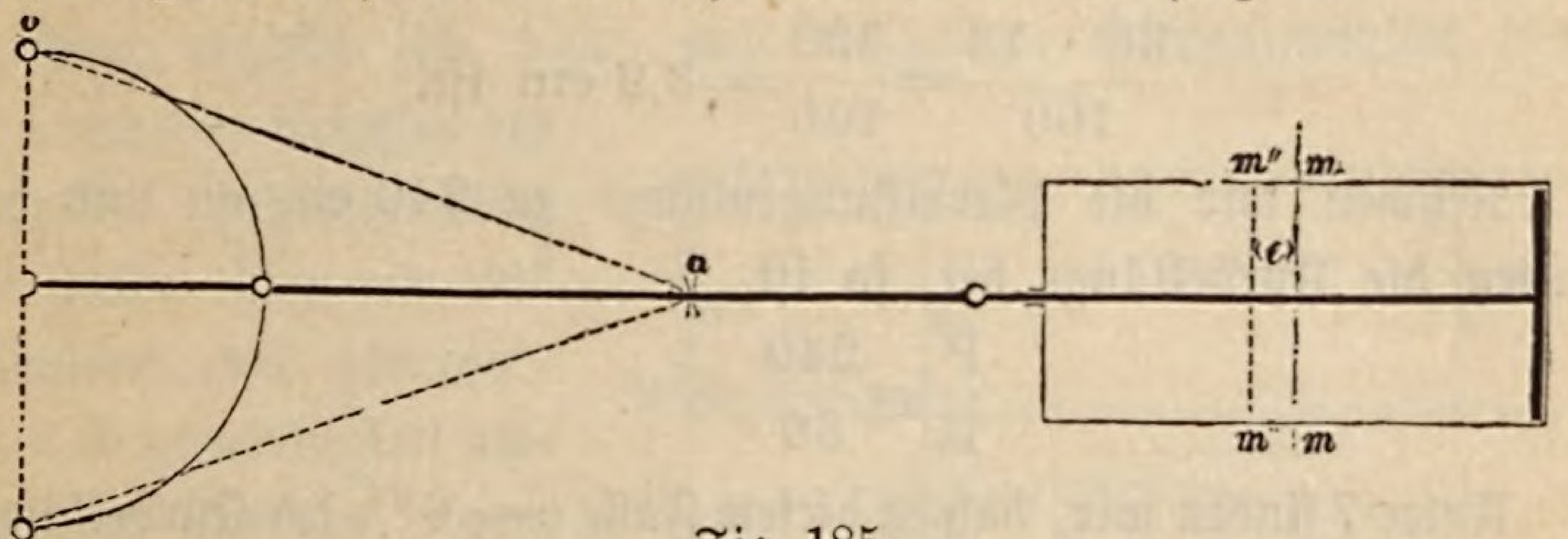



Fig. 185.

3. **Je länger die Pleuelstange gegen die Kurbel ist, um so näher steht der Kolben der Cylindermitte, wenn die Kurbel den höchsten Hub einnimmt.**

Die Unregelmäßigkeit in der Bewegung des Kolbens, also der Unterschied der Geschwindigkeit in der vorderen und hinteren Cylinderhälfte ist nicht abhängig von der Kurbel- oder Pleuelstangenlänge allein, sondern auch von dem Verhältniß ihrer Längen zu einander.

Die Entfernung des Kolbens von der Cylindermitte, in den Fig. 183 und 185 mit e bezeichnet, hat man für verschiedene Verhältnisse berechnet und, wie die folgende Zusammenstellung angiebt, gefunden:

Wenn die Pleuelstangenlänge . . . . . . . . = P
„ „ Kurbellänge . . . . . . . . . = R
„ „ Entfernung des Kolbens von der Cylindermitte . . . . . . . . . . = e,

| | so ist e = | | wenn $\frac{P}{R}$ = | | so ist e = | | wenn $\frac{P}{R}$ = |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 27 % | von der Kurbellänge, | 2 | 5. | 8 % | von der Kurbellänge, | 6 |
| 2. | 17 % | | 3 | 6. | 7 % | | 7 |
| 3. | 13 % | | 4 | 7. | 6 % | | 8 ist. |
| 4. | 10 % | | 5 | | | | |

z. B.: Die Pleuelstange sei 120 cm, die Kurbel 30 cm lang.

$$\frac{P}{R} = \frac{120}{30} = 4.$$

Wir finden unter 3, daß e — die Entfernung des Kolbens von der Cylindermitte — gleich 13 %, der Kurbellänge =

$$\frac{30 \cdot 13}{100} = \frac{390}{100} = 3{,}9 \text{ cm ist.}$$

Nehmen wir die Pleuelstangenlänge zu 240 cm an und behalten die Kurbellänge bei, so ist

$$\frac{P}{R} = \frac{240}{30} = 8.$$

Unter 7 finden wir, daß in diesem Falle e = 6 % der Kurbellänge

$$= \frac{30 \cdot 6}{100} = \frac{180}{100} = 1{,}8 \text{ cm},$$

also bedeutend kürzer ist.

Der ganze Gang der Locomotive ist um so ruhiger, je gleichförmiger der Kolben in den beiden Cylinderhälften läuft, also um so kleiner das Stück e ist, und folgt deshalb:

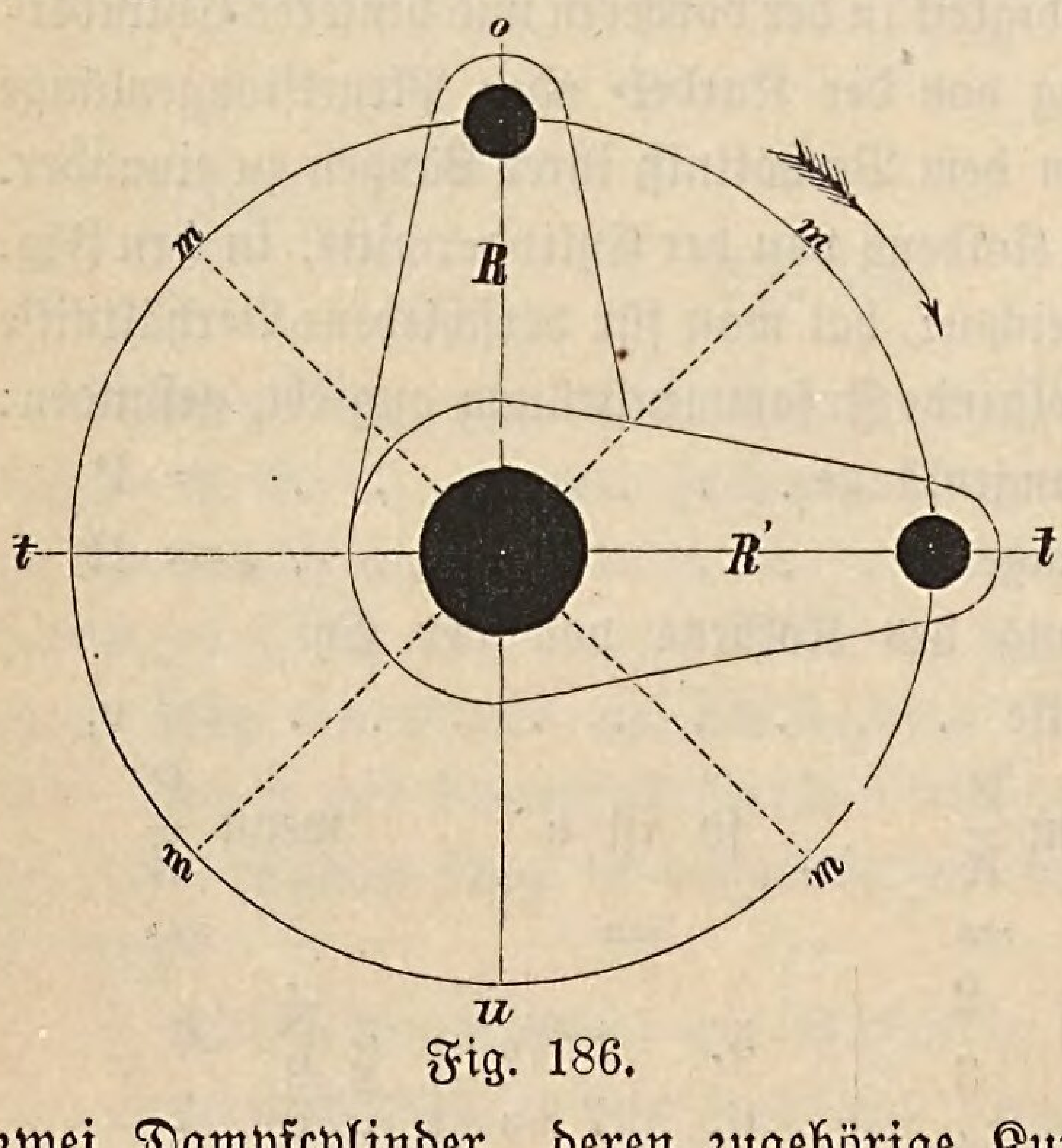


Fig. 186.

4. Bei einer gegebenen Kurbellänge ist die Pleuelstange so lang wie möglich zu nehmen.

In der Regel ist sie mindestens 4—6 Mal länger und geht man darüber hinaus, wenn die ganze Construction es erlaubt.

Die Locomotive hat zwei Dampfcylinder, deren zugehörige Kurbeln um 90° verstellt sind und zwar steht die linke Kurbel R (Fig. 186) oben auf

dem höchsten Hube, wenn die rechte R′ vorn auf dem todten Punkte steht.

5. Beim Vorwärtsgange der Maschine eilt die rechte Kurbel der linken um 90° voran.

Die Kolben bewegen sich einzeln in derselben Weise, zusammenbetrachtet ergiebt sich aber, daß die größte Geschwindigkeit des einen mit der kleinsten des anderen zusammenfällt, weil beide ihren um 90° verstellten, mit gleichförmiger Geschwindigkeit umlaufenden Kurbeln folgen. In vier Augenblicken haben beide Kolben dieselbe Geschwindigkeit und zwar dann, wenn die Kurbeln die Mittelstellungen m m m m (Fig. 186) zwischen den höchsten Hüben o und u und den beiden todten Punkten t t durchlaufen.

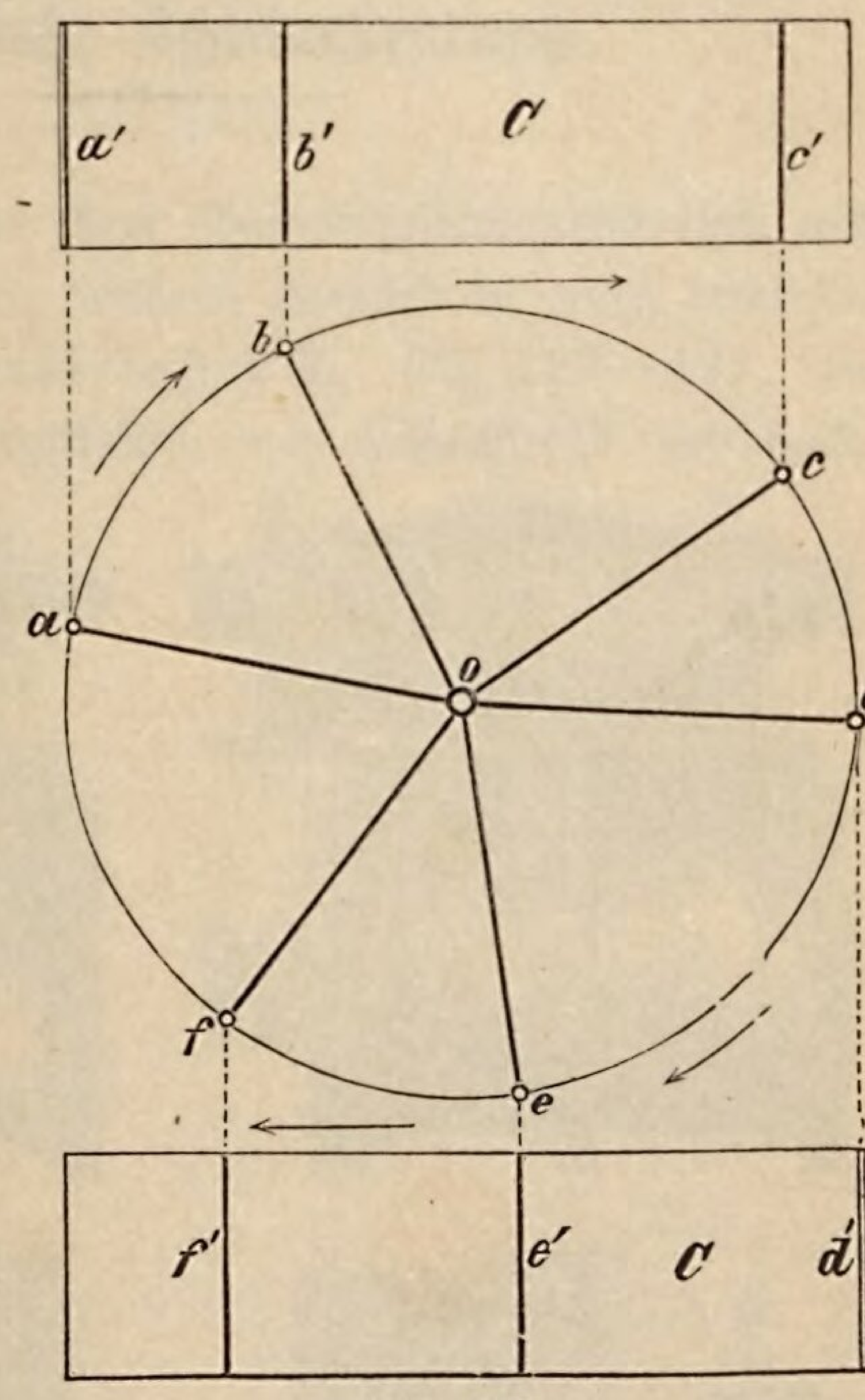


Fig. 187.

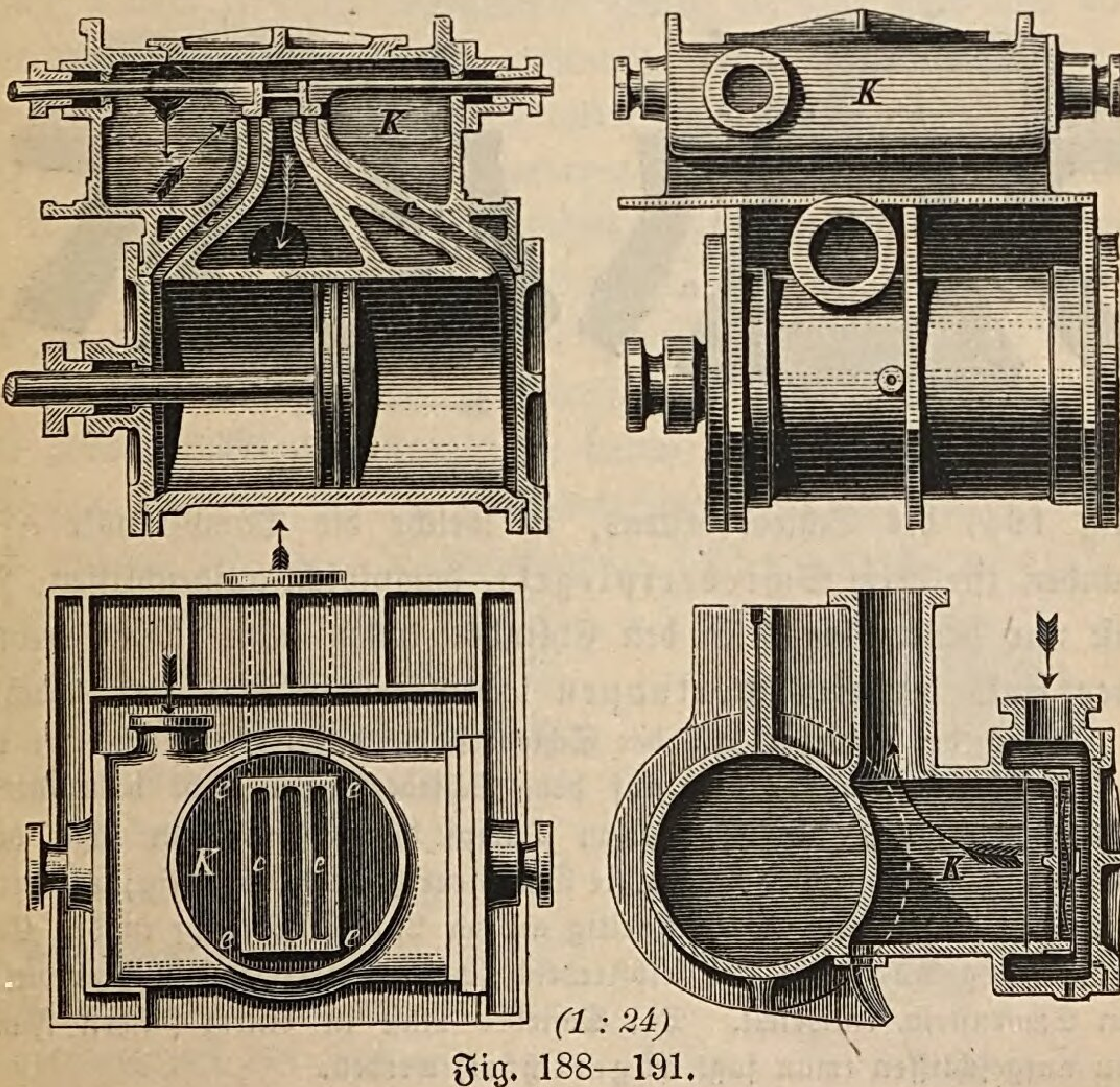
Nimmt man auf die Unregelmäßigkeit der Kolbenbewegung keine Rücksicht, nimmt man also an, daß bei den höchsten Hüben der Kurbel der Kolben in der Cylindermitte steht, so kann man auf eine einfache Weise zu jeder Stellung der Kurbel die des Kolbens finden. Der Kolbenhub ist doppelt so groß wie die Kurbellänge, also gleich dem Durchmesser des Kurbelkreises. Zeichnen wir nun den Cylinder C (Fig. 187) genau über den Kurbelkreis, so findet sich für eine beliebige Kurbelstellung, z. B. für o a, die Kolbenstellung, wenn

man von a herauflothet, also bei a′ oder für o b bei b′, für o c bei c′, u. s. w. Um die Uebersicht noch zu erleichtern, zeichnet man für den Rückgang des Kolbens den Cylinder unter den Kurbelkreis und findet, indem man herunterlothet, z. B. für die Kurbelstellungen o d, o e und o f die Stellungen des Kolbens bei d′, e′ und f′.

# III. Die Steurungen.

## 1. Die einfache Schiebersteurung.

Der Dampf strömt aus dem Dampfeinströmungsrohre nicht unmittelbar in den Cylinder, sondern zunächst in einen demselben angegossenen Kasten, Schieberkasten K, Fig. 188—191, aus welchem er durch die Dampfkanäle c c abwechselnd an beiden




(1 : 24)

Fig. 188—191.

Kolbenseiten in den Cylinder tritt. Wenn der Kolben ans Ende gekommen, so entweicht der gebrauchte Dampf ins Freie.

Den Theil der Steurungseinrichtung, welcher die Dampfein- und -ausströmung abwechselnd vor und hinter den Kolben unmittelbar besorgt, nennt man die innere Steurung. Sie besteht bei Locomotiven für jeden Cylinder aus einem oder zwei Schiebern und nennt man sie deshalb Schiebersteurung. Bei zwei Schiebern, welche auf einander liegen, heißt der untere Grund- oder Vertheilungsschieber, der obere Expansionsschieber.

Wir werden nur Steurungen mit einem Schieber ausführlich behandeln.

Die richtige Dampfvertheilung wird in folgender Weise erreicht: Der Schieber S (Fig. 192 u. 193) ist auf die Ebene e e e e

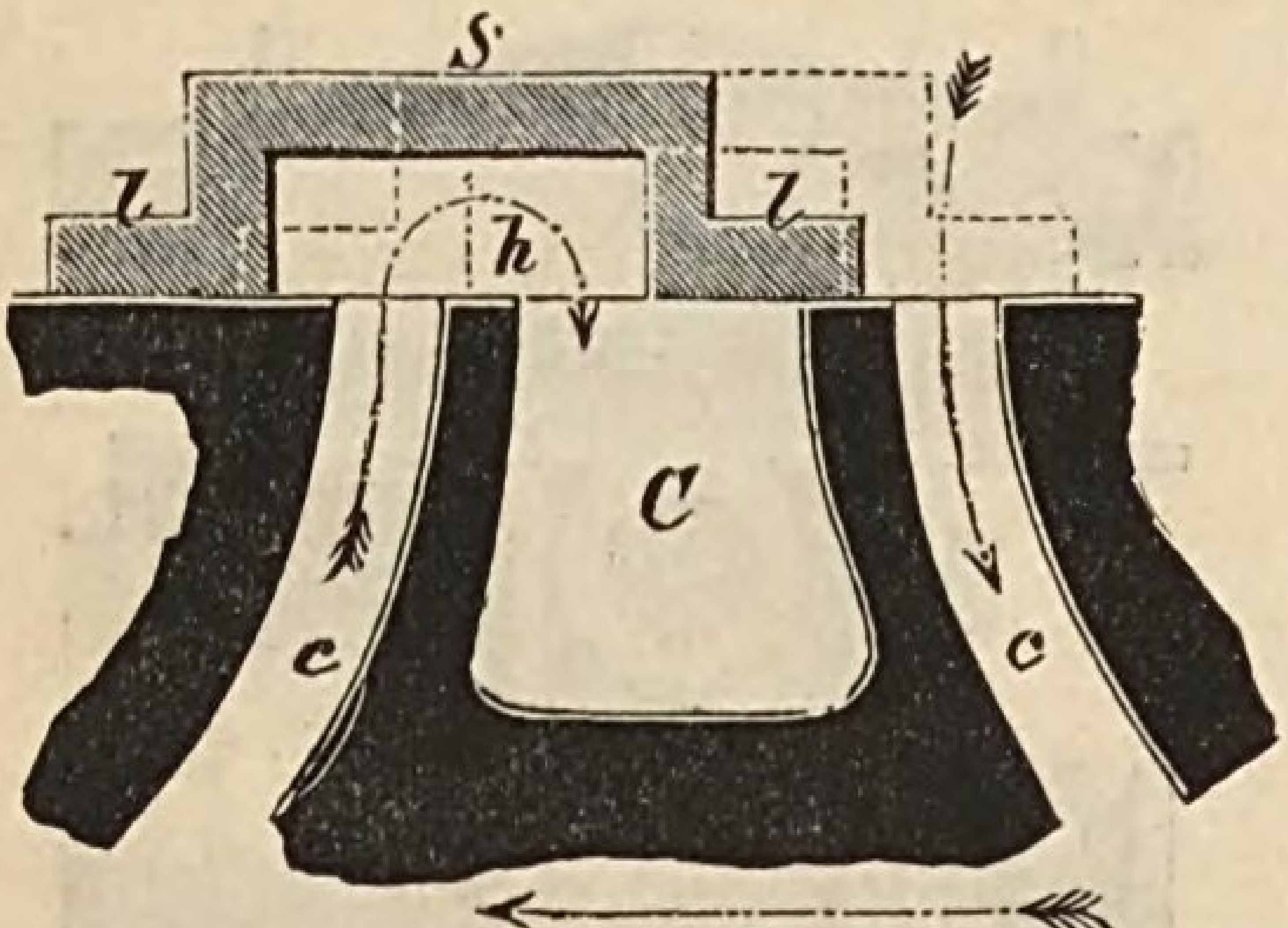


Fig. 192.

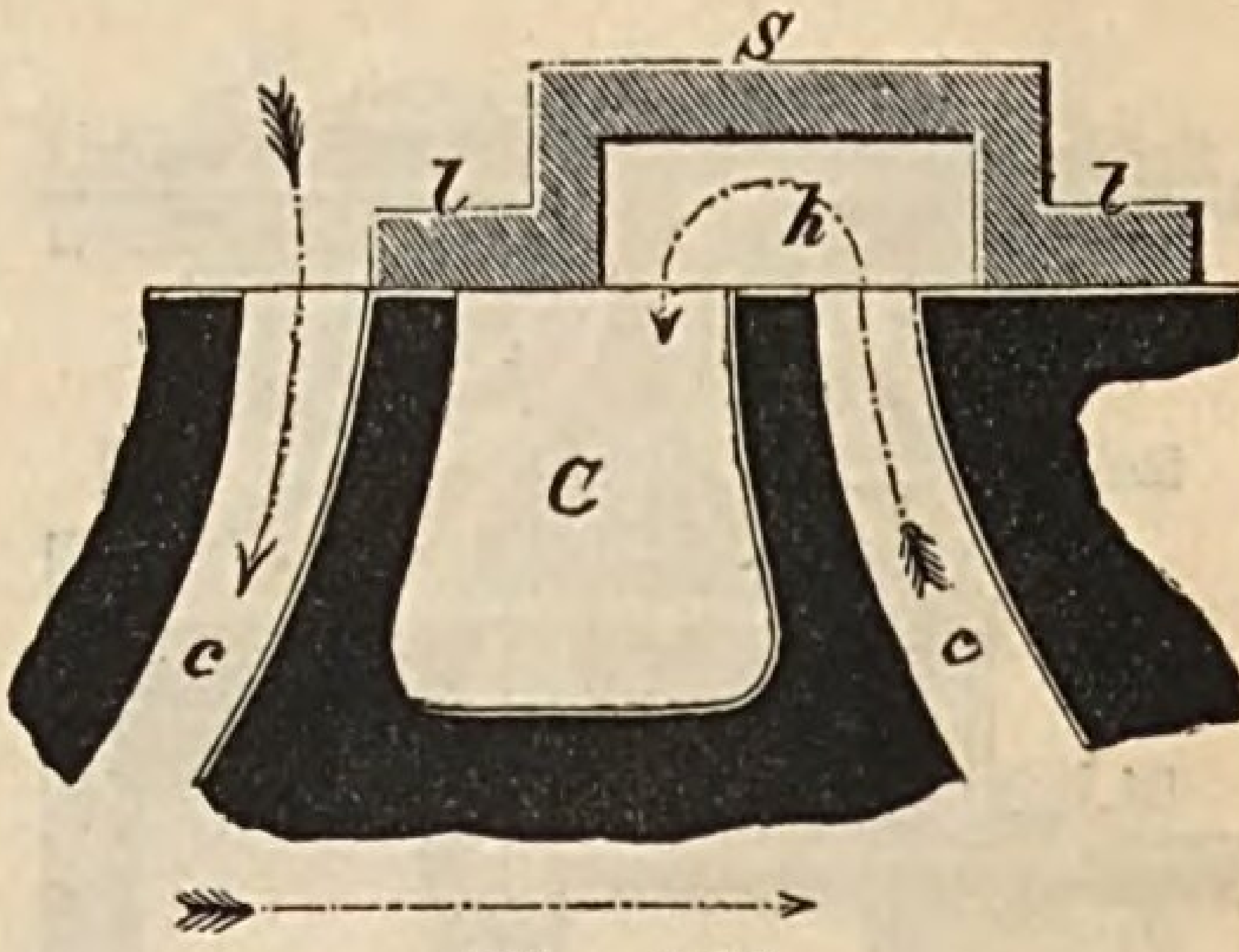


Fig. 193.

(Fig. 194) des Schieberkastens, in welche die Dampfkanäle c c münden (sie heißt Schieberspiegel), dampfdicht aufgeschliffen, so daß nur dann Dampf in den Cylinder treten kann, wenn rechts oder links der Schieberlappen l den Dampfkanal frei macht.

Wenn der Schieber mit der Schieberfläche durch Verschleiß oder in Folge schlechter Bearbeitung auf dem Schieberspiegel nicht dampfdicht gleitet, wenn also die Gleitflächen Dampf durchlassen (man sagt, der Schieber heult durch), so wird die Dampfvertheilung unrichtig; es tritt, wenn der Fehler arg ist, gleichzeitig an der Luftseite Dampf in den Cylinder (Gegendampf), der selbstredend schädlich wirkt und nutzlos durch den Schornstein entweicht. Der Schieber muß in einem solchen Falle neu aufgeschliffen (man sagt abgerichtet) werden.

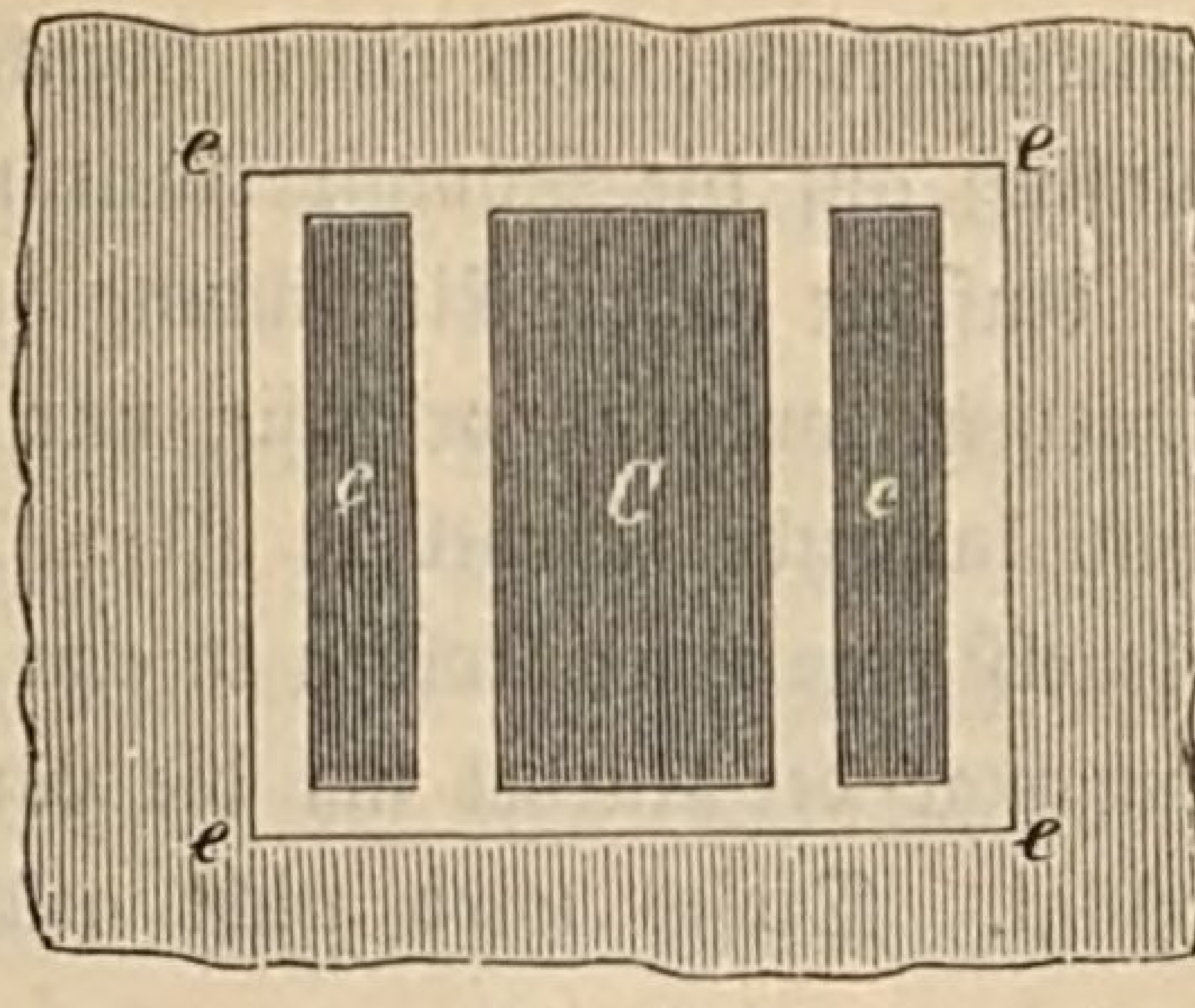


Fig. 194.

Der Schieber wird nun so verschoben, daß er abwechselnd den rechten (Fig. 192) und den linken Dampfkanal (Fig. 193) nach dem Schieberkasten hin öffnet und schließt. Der gebrauchte Dampf fließt durch den nach dem Schieberkasten geschlossenen Kanal in die Schieberhöhlung h (Fig. 192 und 193), und von dieser durch den Ausströmungskanal D und das Ausströmungsrohr ins Freie.

Diejenigen Theile, welche den Schieber, die innere Steuerung, in eine solche hin- und hergehende Bewegung versetzen, daß der frische Dampf in oben angegebener Weise vertheilt wird und der gebrauchte Dampf ins Freie entweicht, nennt man die äußere Steuerung. Sie besteht bei Locomotiven aus excentrischen Scheiben (Excentrics) und mehreren anderen Theilen.

Die Locomotive muß bald vorwärts, bald rückwärts arbeiten, und ist deshalb die Steuerung so eingerichtet, daß man den Schiebern die für beide Fälle nöthige Stellung und Bewegung geben kann. Mit Rücksicht hierauf nennt man eine solche Steuerung Umsteuerung. Die gebräuchlichsten Umsteuerungen haben zwei Excentrics für jeden Schieber, das eine für den Vorwärtsgang (Vorwärtsexcenter), das andere für den Rückwärtsgang (Rückwärtsexcenter).

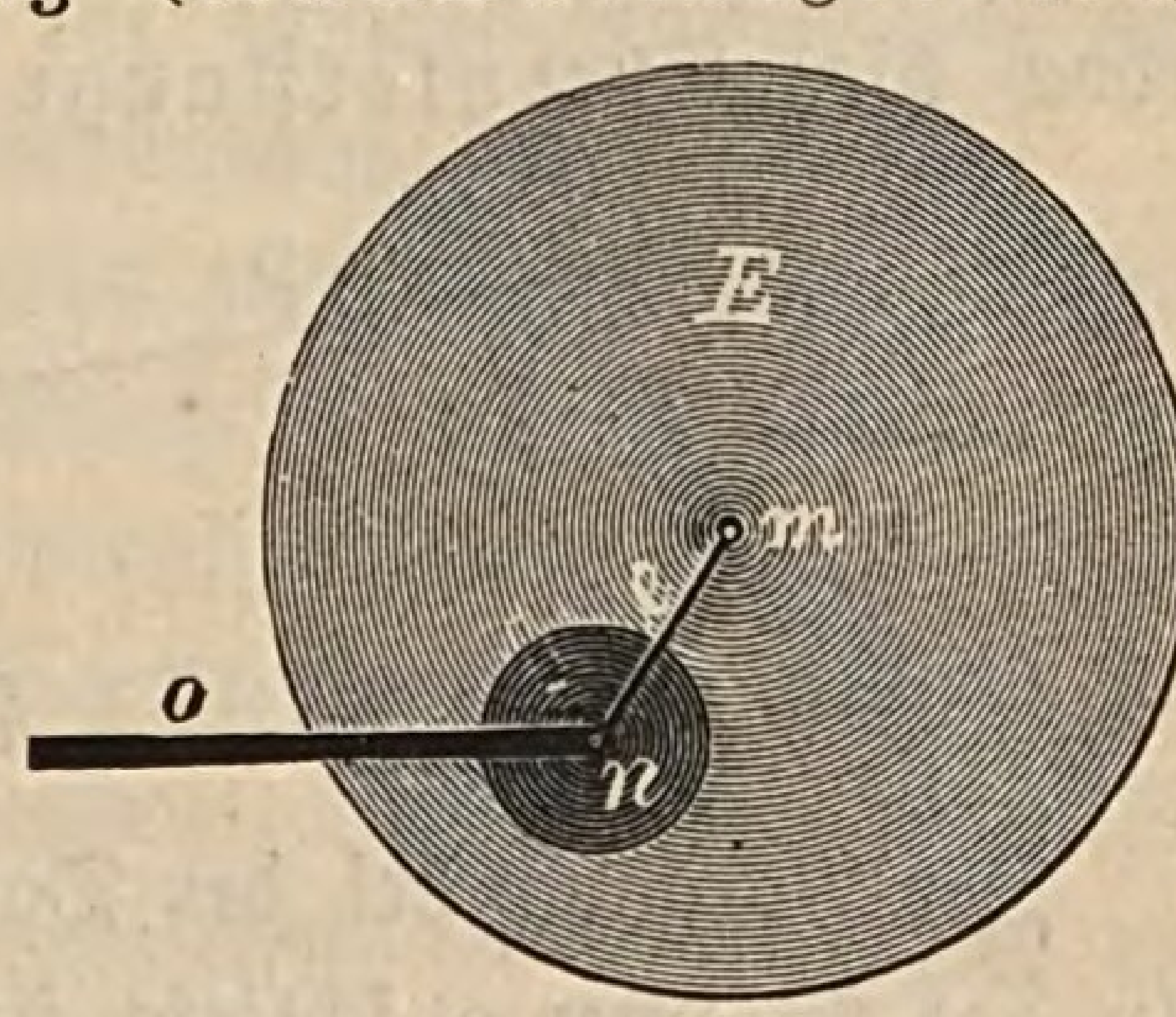


Fig. 195.

Das Excentric ist eine auf die Triebachse gekeilte runde Scheibe E (Fig. 195), deren Mitte m nicht mit der Mitte der Achse n zusammenfällt. Den Abstand m n, um den sie von einander liegen, nennt man die Excentricität, welche für die Folge mit e bezeichnet werden soll. Sie bildet mit der Richtung der

Triebachskurbel n o einen Winkel, dessen zweckmäßige Größe und Einfluß auf die Dampfvertheilung wir kennen lernen werden.

Auf die nähere Einrichtung des Excentrics wollen wir hier nicht eingehen, sondern vorläufig nur untersuchen, wie es wirkt. Eine rund laufende Kurbel R (Fig. 196) setzt durch Vermittlung der Pleuelstange einen Kolben in eine solche Bewegung, daß er bei einem Umgange der Kurbel um die Länge dieser nach beiden Seiten ausschlägt. Dieses wird nicht geändert, wenn der Zapfen Z dicker

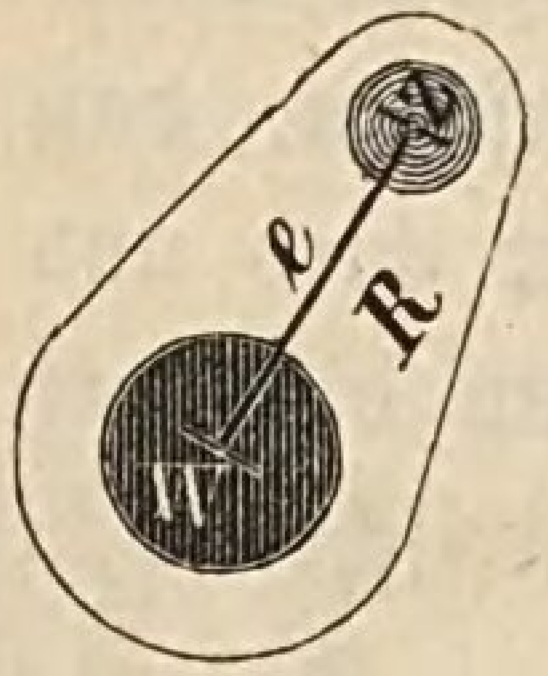


Fig. 196.

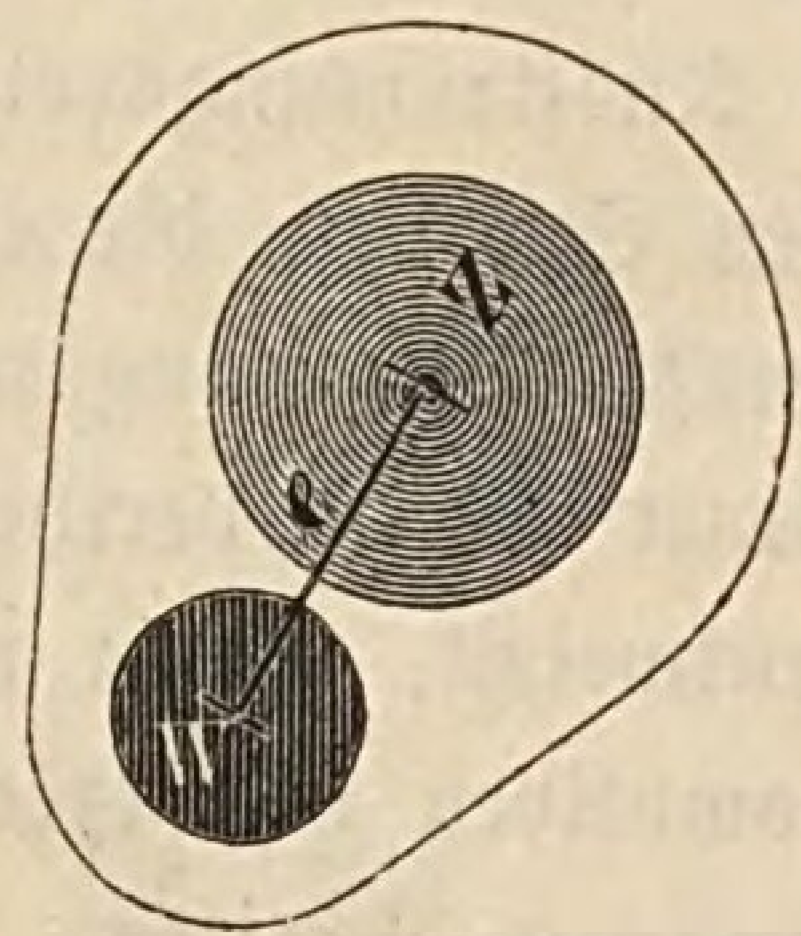


Fig. 197.

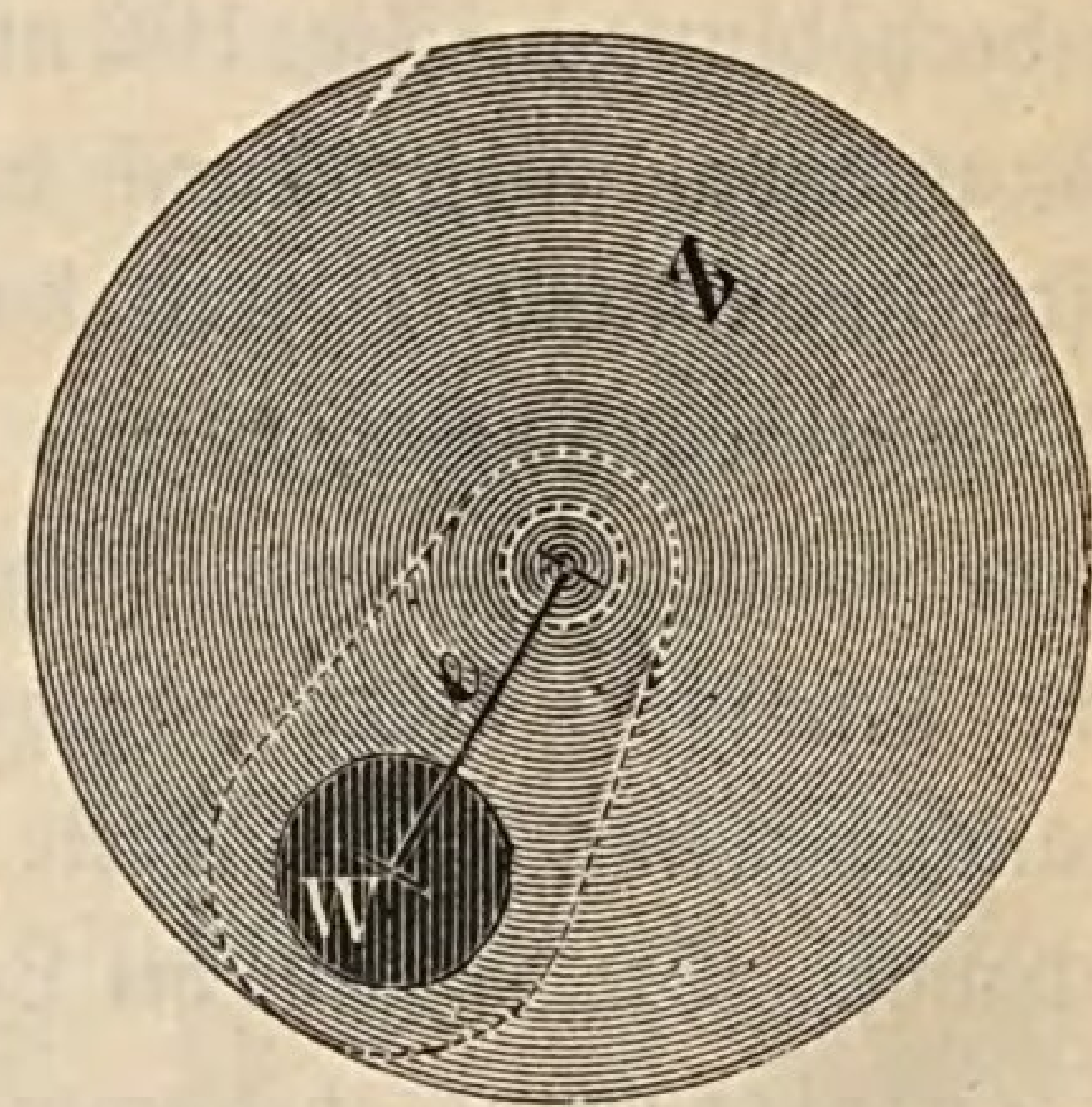


Fig. 198.

wird (Fig. 197), aber die Entfernung e dieselbe bleibt; auch dann nicht, wenn der Zapfen so stark wird (Fig. 198), daß er über die Welle W greift, und so entsteht das Excentric.

Die Pleuelstange kann bei einem Excentric nicht in der gewöhnlichen Weise angreifen, sondern man umgiebt das Excentric mit einem Bügel, an den sich die Pleuelstange schließt, die man jedoch hier Excenterstange nennt.

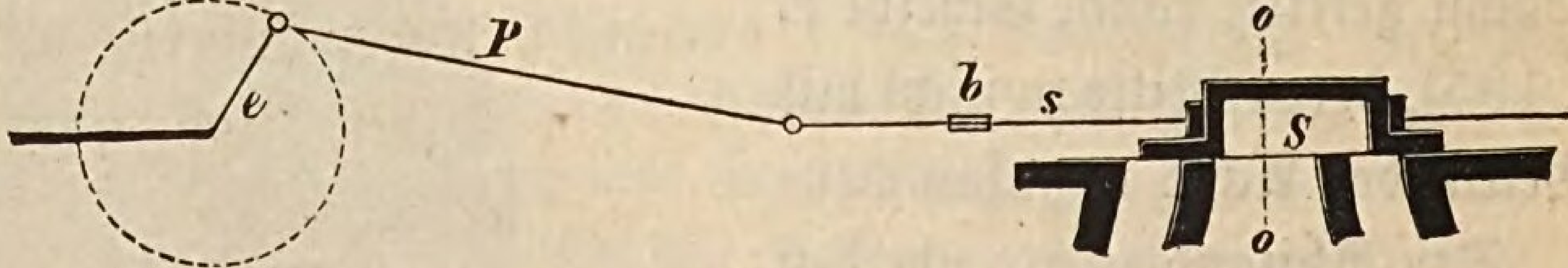



Fig. 199.

Der Vorgang bei der Dampfvertheilung ist nun so, Fig. 199: An das Excenter e schließt sich die Excenterstange P, an diese die Schieberstange s und letztere greift an den Schieber S. Damit

sich die Schieberstange nicht biegt oder sogar bricht, wird sie wie die Kolbenstange in einer Gleitbahn b und außerdem in Stopfbüchsen geradlinig geführt.

Läuft nun die Excentricität gleichförmig herum, so versetzt sie den Schieber in eine hin- und hergehende Bewegung; ebenso wie die Kurbel den Kolben. Wir kennen also schon die Eigenthümlichkeit dieser Bewegung. Da die Excenterstange sehr lang gegen die Kurbel (Excentricität), also das bei der Kolbenbewegung betrachtete Verhältniß $\frac{P}{R}\left(\text{hier}\frac{P}{e}\right)$ sehr günstig, d. i. sehr groß ist, so können wir die Unregelmäßigkeit in der Bewegung des Schiebers für die beiden Hälften des Kurbelkreises als nicht vorhanden annehmen und haben vorläufig nur zu behalten, daß der Schieber in der Mitte seines ganzen Weges am schnellsten und bei den todten Punkten am langsamsten läuft.

In Fig. 200 ist ein Schieber, nach der Form Muschelschieber genannt, in der mittleren Stellung über den Kanälen gezeichnet. Er schließt beide Kanäle und seine äußersten Kanten ragen an beiden Seiten über diese um das Stück a hinaus, welches man die äußere Ueberdeckung nennt. Auch nach innen springen die inneren Kanten um das Stück i vor, welches die innere Ueberdeckung heißt.

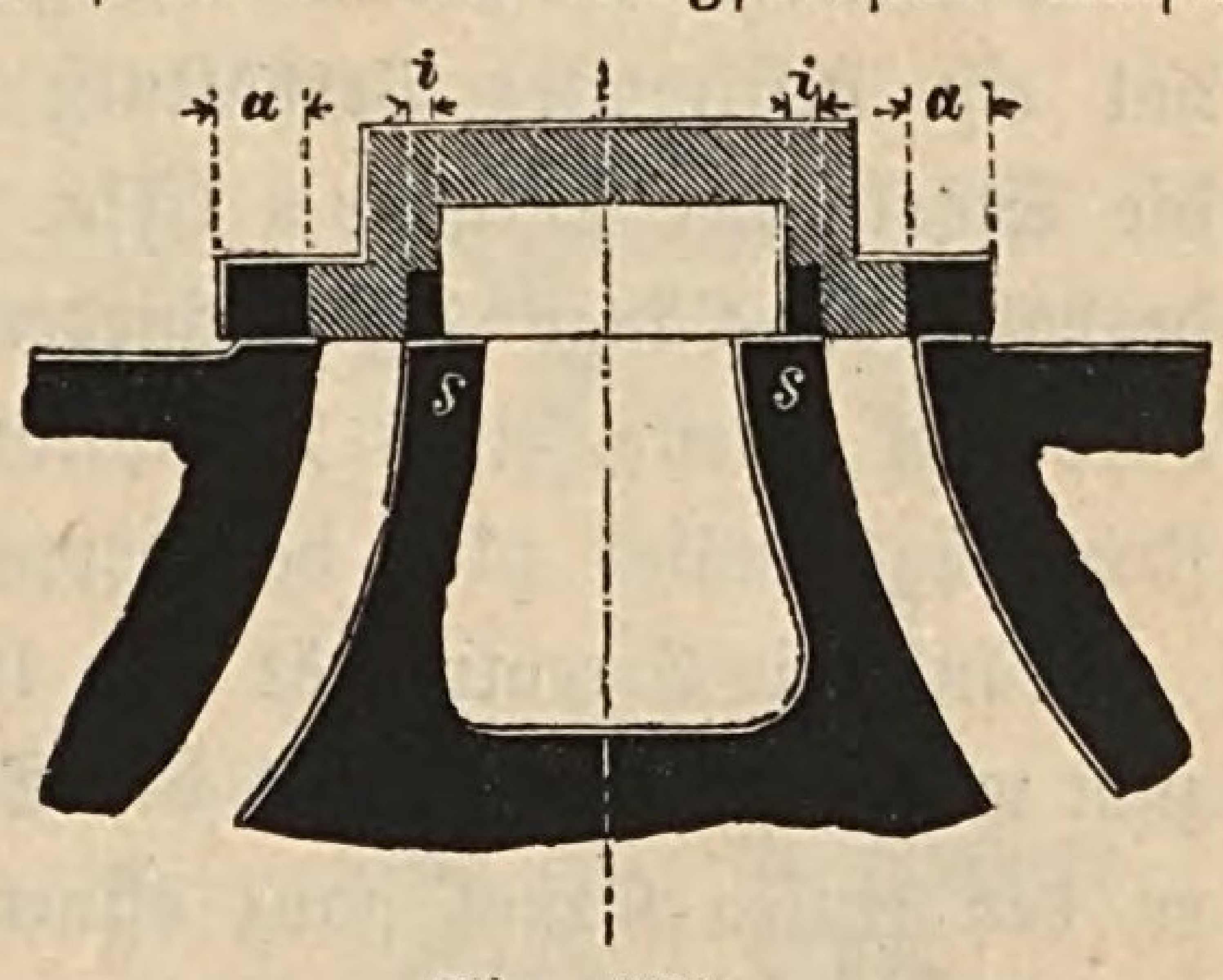


Fig. 200.

Die Ueberdeckungen, die Excentricität und der Winkel, welchen die Excentricität mit der Kurbelrichtung bildet, sind ungemein wichtig für eine zweckentsprechende Dampfvertheilung.

Wir betrachten vorläufig im Allgemeinen die Bewegung des Schiebers zu dem des Kolbens und nehmen an, das Excentric (für welches wir nur die Excentricität andeuten) sei rechtwinklig zur Triebachskurbel aufgekeilt, und der Schieber habe weder äußere noch innere Ueberdeckung (Fig. 201). Dieser Fall kommt aller-

dings nicht vor, die Betrachtung wird aber dazu dienen, die Zweckmäßigkeit der Ueberdeckungen und der stumpfwinkligen Stellung des Excentrics zur Kurbel leichter einzusehen.

In Fig. 201 steht die Kurbel, also auch der Kolben, hinten auf dem todten Punkte und die Excentricität e nach oben auf dem höchsten Hube. Der Schieber hat die mittlere Stellung und beide Kanäle nach dem Cylinder hin sind geschlossen.

Es ist leicht einzusehen, daß der Schieber, um an beiden Seiten eine gleiche Dampfvertheilung zu bewirken, nach rechts und links gleichweit ausweichen, also um einen festen Punkt hin- und herschwingen muß. Dieser Punkt o o heißt Schwingungsmittelpunkt und liegt genau in der Mitte zwischen den beiden Dampfkanälen.

Die Breite der Kanäle ist gegeben, — der Querschnitt derselben hat ein bestimmtes Verhältniß zum Cylinderquerschnitt — auch die Stärke der Stege s s (Fig. 200) ist bekannt und ergiebt sich deshalb die Länge des Schiebers von selbst, sie ist gleich der doppelten Breite eines Dampfkanals plus der Breite des Ausströmungskanales plus der doppelten Breite eines Steges.

Läuft die Excentricität von links nach rechts und kommt vorn zum todten Punkte, so hat der Schieber die äußerste Stellung; soll er den linken Kanal ganz öffnen, so muß er um die Breite des Kanals ausweichen (Fig. 202). Läuft die Excentricität weiter über den todten Punkt hinaus, so kommt der Schieber zurück und zwar um eine Kanalbreite, um wieder auf die Mittelstellung zu kommen (Fig. 201), und um noch eine Kanalbreite, um den rechten Kanal ganz zu öffnen. Hat der Schieber diesen Weg gemacht, so steht die Excentricität hinten auf dem todten Punkte, Fig. 203. Es folgt hieraus, daß der Schieberhub mindestens gleich der doppelten Kanalbreite sein muß, wenn er an beiden Seiten den Kanal ganz öffnen soll. Der Schieberhub ist doppelt so groß wie die Excentricität, also muß diese (bei einem Schieber ohne äußere Ueberdeckung) mindestens so groß wie die Breite eines Kanals sein.

Kehren wir zu Fig. 201 zurück. Die Excentricität steht oben auf dem höchsten Hube, der Kolben hinten auf dem todten Punkte. Dreht sich die Triebachskurbel von links nach rechts, so bewegt sich die Excentricität in demselben Sinne und ertheilt dem Schieber, weil sie auf dem höchsten Hube steht und vorläufig in der Nähe bleibt, die größte Geschwindigkeit, die er auf seinem ganzen Wege haben kann. Dieses ist günstig für die Dampfvertheilung, da der Kolben auf dem todten Punkte steht und seine geringste Geschwindigkeit hat. Der Kanal wird schnell geöffnet und läßt den Dampf zu Anfang des Kolbenlaufes gleich kräftig einströmen. Auch öffnet der Schieber den vorderen Kanal schnell nach der Schieberhöhlung hin, was auch günstig ist, weil der gebrauchte Dampf sofort einen Ausweg findet und keinen Rückdruck auf den Kolben ausübt.

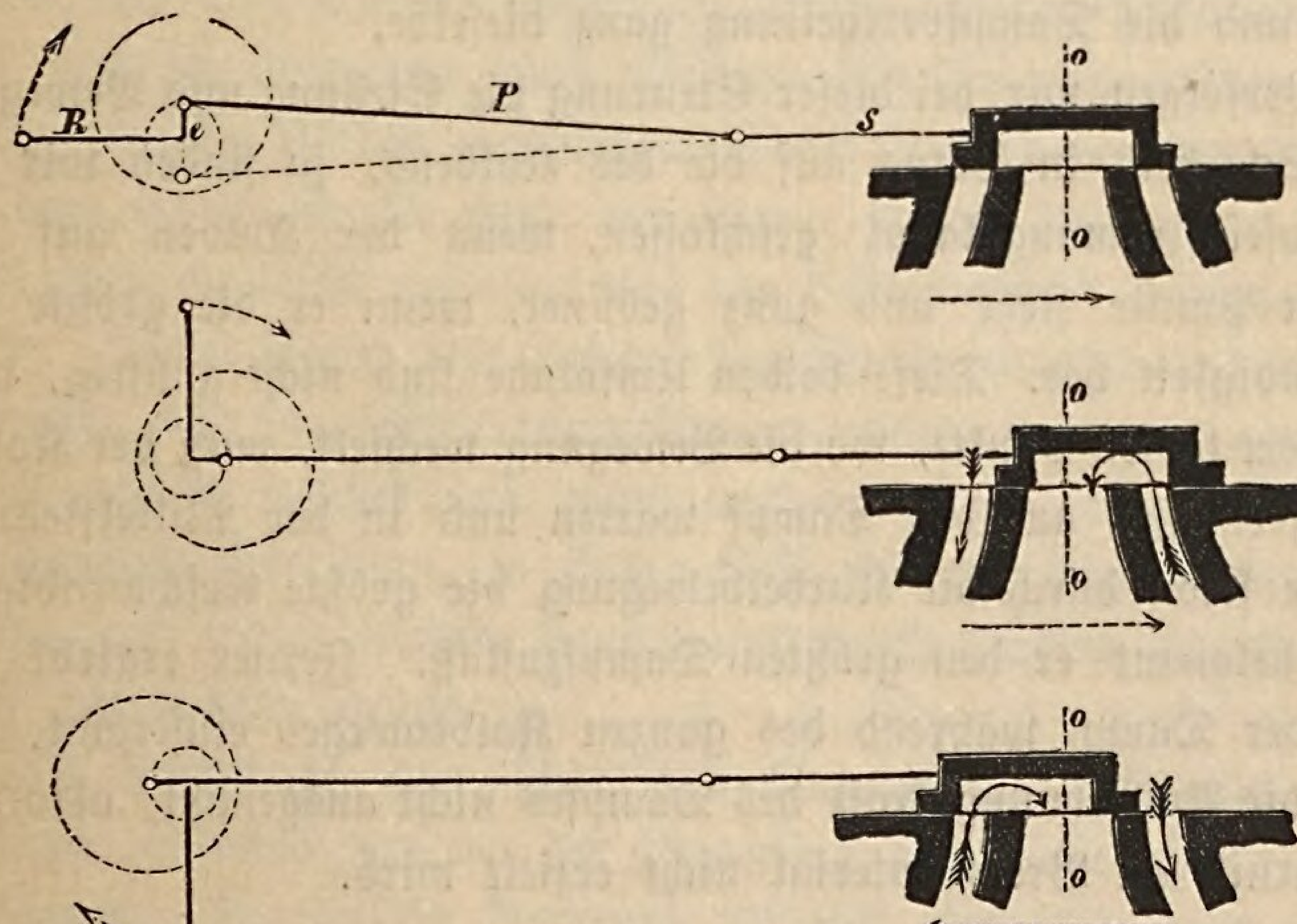



Fig. 201, 202, 203.

Läuft die Kurbel weiter zum höchsten Hube, so geht die Excentricität mit verminderter Geschwindigkeit zum vorderen todten Punkte. Geht die Kurbel durch den höchsten Hub, so geht die Excentricität durch den vorderen todten Punkt, in welchem Augen=

blicke der Schieber am weitesten aus seiner mittleren Stellung gerückt und der linke Dampfkanal ganz geöffnet ist.

Der Kolben läuft weiter nach dem vorderen todten Punkte, der Schieber aber kommt erst langsam, weil die Excentricität durch den vorderen todten Punkt läuft, dann aber immer schneller zurück. Wenn der Kolben zum vorderen todten Punkt kommt, läuft die Excentricität eben durch den unteren höchsten Hub, so daß jetzt der Schieber mit seiner größten Geschwindigkeit von rechts nach links ausweicht und den vorderen Kanal für den Dampfeintritt und den hinteren für den Ausfluß schnell öffnet (Fig. 203). Daß der Schieber erst langsam zurückkommt, ist auch günstig, weil dadurch die Kanäle dem Dampfe für das Ein- und Ausströmen längere Zeit eine größere Oeffnung lassen.

Für den Rückgang des Kolbens ist die Bewegung des Schiebers und die Dampfvertheilung ganz dieselbe.

Verfolgen wir bei dieser Steurung die Stellung und Bewegung des Schiebers in Bezug auf die des Kolbens, so finden wir den Dampfeinströmungskanal geschlossen, wenn der Kolben auf dem todten Punkte steht und ganz geöffnet, wenn er die größte Geschwindigkeit hat. Diese beiden Umstände sind nicht günstig, denn auf dem todten Punkte, wo die Bewegung wechselt, muß der Kolben gewissermaßen auf den Dampf warten und in der Mittelstellung, wo er schon durch die Kurbelbewegung die größte Geschwindigkeit hat, bekommt er den größten Dampfzufluß. Ferner ergiebt sich, daß der Dampf während des ganzen Kolbenweges einströmt, daß also die Ausdehnungskraft des Dampfes nicht ausgenutzt, also eine Ersparniß an Brennmaterial nicht erzielt wird.

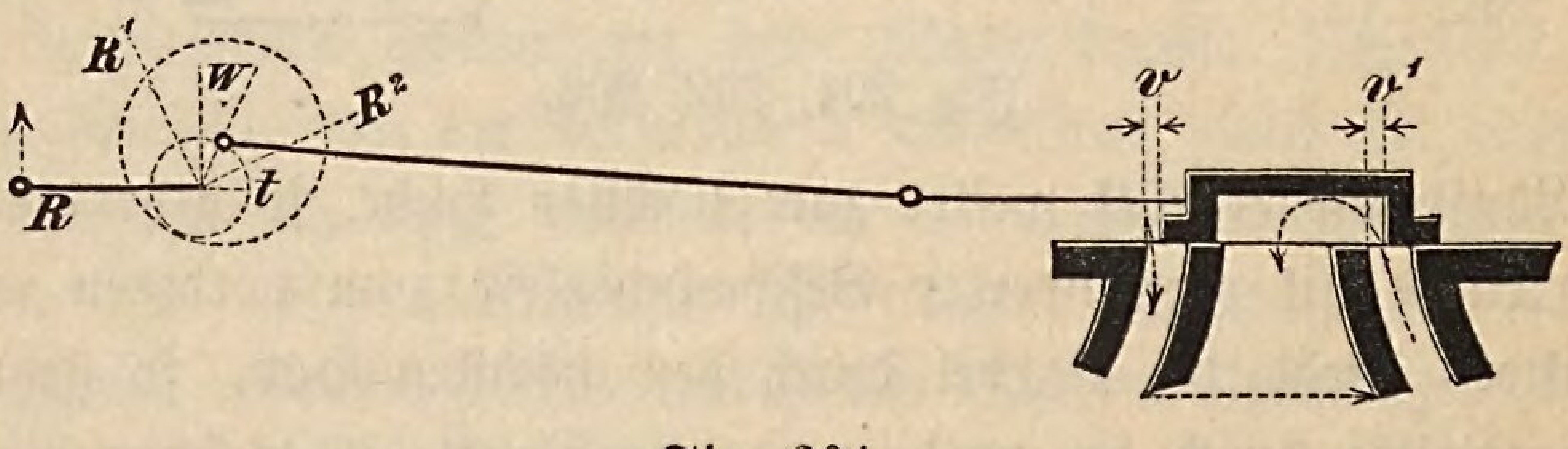



Fig. 204.

In Fig. 204 sei die Excentricität von vornherein etwas nach rechts gedreht, so daß sie mit der ursprünglichen Stellung in Fig. 201 den Winkel W bildet. Der Schieber rückt dann auch nach rechts, wenn sonst an den Abmessungen Nichts geändert wird, und hat bei dieser Anordnung den Kanal schon geöffnet, wenn der Kolben noch auf dem todten Punkte steht. Den Winkel W nennt man den Voreilwinkel und die Oeffnung v, die der Dampfkanal im Voraus schon hat, die (lineare) Voreilung oder das Voreilen auf der Dampfseite.

Auch der vordere Kanal ist nun bereits um dieselbe Breite $v^1$ geöffnet für die Dampfausströmung; die Oeffnung dieses Kanals, wenn der Kolben noch auf dem todten Punkte steht, heißt die innere Voreilung oder das Voreilen auf der Luftseite.

Den bei der vorigen Steuerung besprochenen Uebelstand, daß der Kanal noch geschlossen ist, wenn der Kolben auf dem todten Punkte steht, hat die Voreilung schon beseitigt. Sie hat noch andere Vortheile: zwischen Kolben und Cylinderdeckel muß, wenn der Kolben auf dem todten Punkte steht, ein kleiner Raum bleiben, da sonst der Kolben zu leicht anstoßen und den Cylinderdeckel zertrümmern würde. Dieser Raum und der des Dampfzuleitungskanales (welche zusammen den sog. schädlichen Raum bilden) werden vorab mit Dampf gefüllt, welches Zeit, wenn auch nur wenig, erfordert. Hat der Schieber Voreilung, so findet diese Füllung statt, bevor der Kolben zum todten Punkte kommt und wirkt hernach der Dampf gleich mit vollem Drucke.

Der Dampf in dem schädlichen Raume ist anfänglich ohne Wirkung, er wird nur bei der Expansion mit ausgenutzt.

Ferner: Die äußere Steuerung ist eine viel gegliederte Vorrichtung, welche mit der Zeit in den einzelnen Drehpunkten Luft (sog. todten Gang) bekommt, in Folge dessen der Schieber, nachdem die Maschine eine Zeit lang gelaufen, um einen kleinen Zeitunterschied später ausweicht: ohne Voreilung würde der Kolben daher bald seinen Weg antreten, bevor der Dampf zufließt.

Nachdem wir dem Excentric Voreilung gegeben, wollen wir den Weg des Schiebers verfolgen. Wenn die Excentricität nach t kommt (Fig. 204), also den Schieber am weitesten geöffnet hat, steht die Kurbel noch nicht auf dem höchsten Hube, sondern noch um den Voreilwinkel W davor bei $R^1$, der Kolben hat also noch nicht die größte Geschwindigkeit und ist also auch der zweite vorher hervorgehobene Uebelstand beseitigt.

Dennoch ist diese Steurung vortheilhaft nicht zu benutzen; wenn die Excentricität unten durch den tiefsten Hub geht, steht der Schieber auf der Mitte und schließt beide Kanäle, Fig. 201. Geht sie darüber hinaus, so öffnet der Schieber rechts schon den Kanal nach dem Schieberkasten, so daß dem Kolben, welcher von vorn noch nicht zum todten Punkte gekommen ist (die Kurbel steht erst bei $R^2$, Fig. 204), Dampf entgegenströmt (Gegendampf), wogegen links der Kanal nach der Schieberhöhlung geöffnet ist, also hinter dem Kolben die Wirkung des Dampfes aufhört. Der Kolben muß also gegen Ende seines Weges, statt die Maschine zu treiben, durch das Beharrungsvermögen getrieben werden und außerdem den Druck des entgegenströmenden Dampfes überwinden.

Da das Voreilen des Schiebers sich als günstig herausgestellt hat, so soll dieses beibehalten und untersucht werden, wie die Dampfvertheilung sich gestaltet, wenn dem Schieber äußere Ueberdeckung gegeben wird.

Fig. 205. Auch hier ist der Kanal von vornherein schon etwas geöffnet, wenn nicht die Ueberdeckung größer als die lineare Vor-

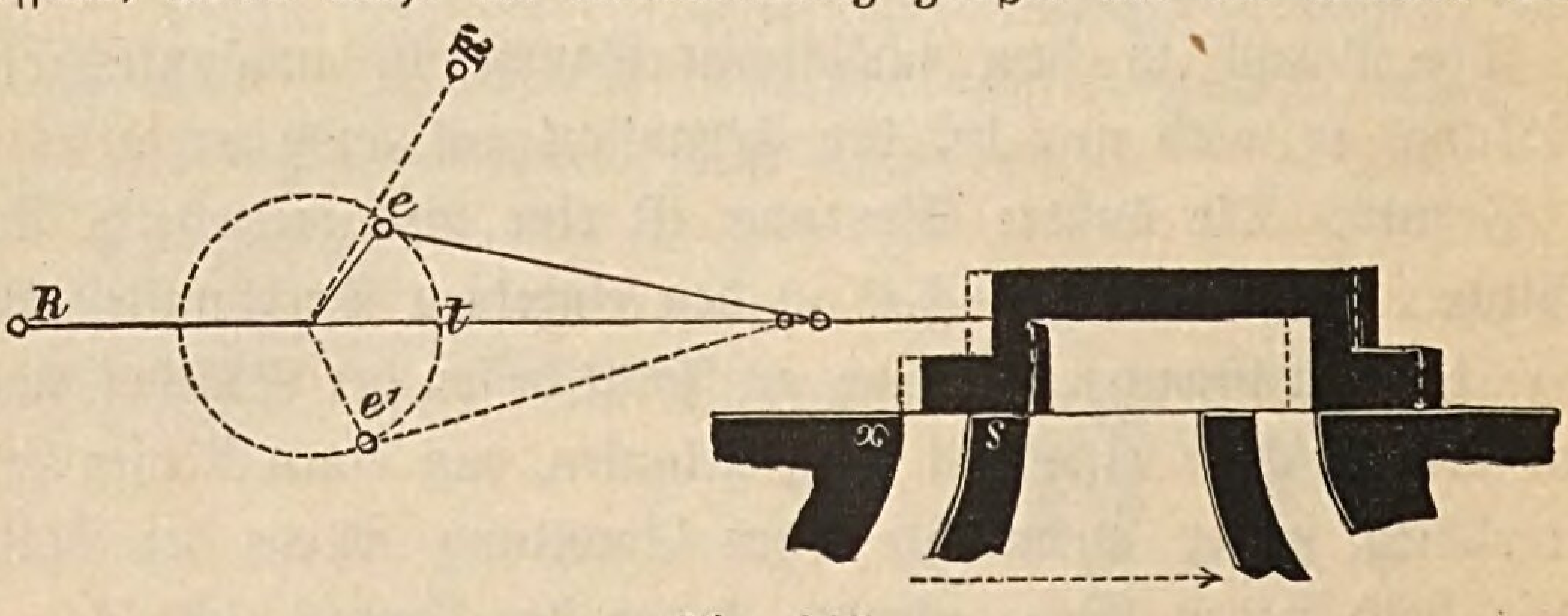



Fig. 205.

eilung genommen ist, was man also nicht thut. Beginnt der Kolben seinen Hub, so rückt der Schieber nach rechts und hat auch in diesem Falle am weitesten geöffnet, wenn die Excentricität vorn auf dem todten Punkte bei t steht. Kommt der Schieber zurück, so muß er sich um die äußere Ueberdeckung mehr nach links schieben als bei einem Schieber ohne äußere Ueberdeckung, damit er den vorderen Dampfkanal ganz öffnet, und muß deshalb der Schieberhub mindestens so groß sein wie die doppelte Kanalbreite plus der doppelten äußeren Ueberdeckung, und die Excentricität daher so groß wie eine Kanalbreite plus der äußeren Ueberdeckung.

Beim Rückgange des Schiebers wird der hintere Dampfkanal geschlossen, wenn die Ueberdeckung die äußere Kante des Kanales trifft (Fig. 205 punktirt), also eher, als wenn der Schieber keine Ueberdeckung hat, und um so eher, je größer die Ueberdeckung ist. Der Dampfzufluß hört von diesem Augenblicke an auf; der Dampf ist hinter dem Kolben, welcher noch nicht zum todten Punkte gekommen, eingeschlossen: Die Expansion beginnt (Fig. 205). Die Excentricität steht bei dieser (punktirten) Stellung bei e′ und die Kurbel um $90^0 + W^0$ davor bei R′. Es folgt:

1. Wenn der Voreilwinkel und die Excentricität ungeändert bleiben, so kann man durch die äußere Ueberdeckung, je nach ihrer Größe, den Dampfeinströmungskanal früher oder später schließen, also den **Anfang** der Expansion bestimmen.

Die nächste Frage ist, wie lange wird die Expansion dauern, bis zum Ende des Kolbenhubes oder nicht so lange?

Rückt der Schieber weiter nach links, so bleibt der Dampfkanal bis zur mittleren Stellung des Schiebers geschlossen*), Fig. 206, rückt er noch weiter nach links, was um die Kanalbreite plus der äußeren Ueberdeckung nöthig ist, um den vorderen Kanal ganz zu öffnen, so öffnet der Schieber in demselben Augenblicke den Kanal

*) Man denke sich in Fig. 206 den schraffirten Theil des Schiebers weg.

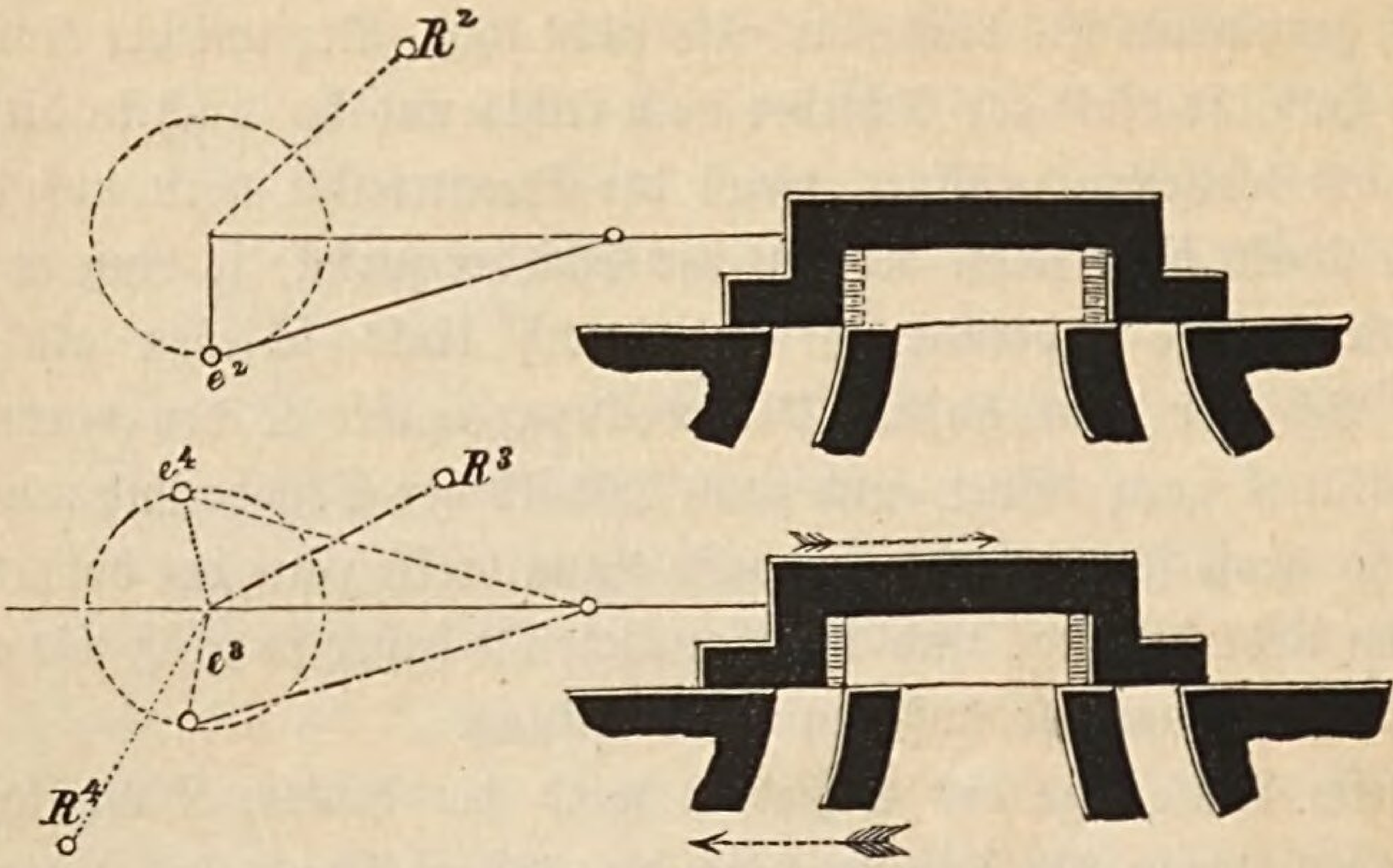



Fig. 206 und 207.

nach der Schieberhöhlung: der Dampf entweicht und die Expansion hört auf.

Der Mittelstellung des Schiebers entspricht die Stellung der Excentricität unten auf dem höchsten Hube bei $e^2$ (Fig. 206), für welche Stellung die Kurbel um den Voreilwinkel vor dem vorderen todten Punkte steht, bei $R^2$. Der Kolben hat also seinen Lauf noch nicht ganz vollendet und die Expansivkraft des Dampfes ist nicht vollständig ausgenutzt.

2. Bei einem Schieber mit äußerer, aber ohne innere Ueberdeckung dauert die durch die äußere Ueberdeckung eingeleitete Expansion bis zur mittleren Stellung des Schiebers, bei welcher Stellung die Kurbel noch um den Voreilwinkel vor dem todten Punkte steht.

Wir wollen nun dem Schieber auch innere Ueberdeckung geben; sie sei in Fig. 206 punktirt. Man sieht sofort, daß der Kanal um so länger geschlossen bleibt, je größer die innere Ueberdeckung ist, weil der Schieber um diese noch mehr nach links rücken muß, bevor er den Kanal nach der Schieberhöhlung öffnet. In Fig. 207 ist der Schieber um die innere Ueberdeckung mehr nach links gerückt, er ist eben im Begriffe, den Kanal nach der Schieberhöh-

lung zu öffnen; wir finden die zugehörige Excentricität bei $e^3$ und die Kurbel bei $R^3$, also dem todten Punkte schon näher als in Fig. 206, und der Kolben hat unter Expansion des Dampfes einen größeren Weg zurückgelegt.

3. Wenn Voreilwinkel und Excentricität ungeändert bleiben, so kann man die **Dauer** der Expansion durch die innere Ueberdeckung bestimmen.

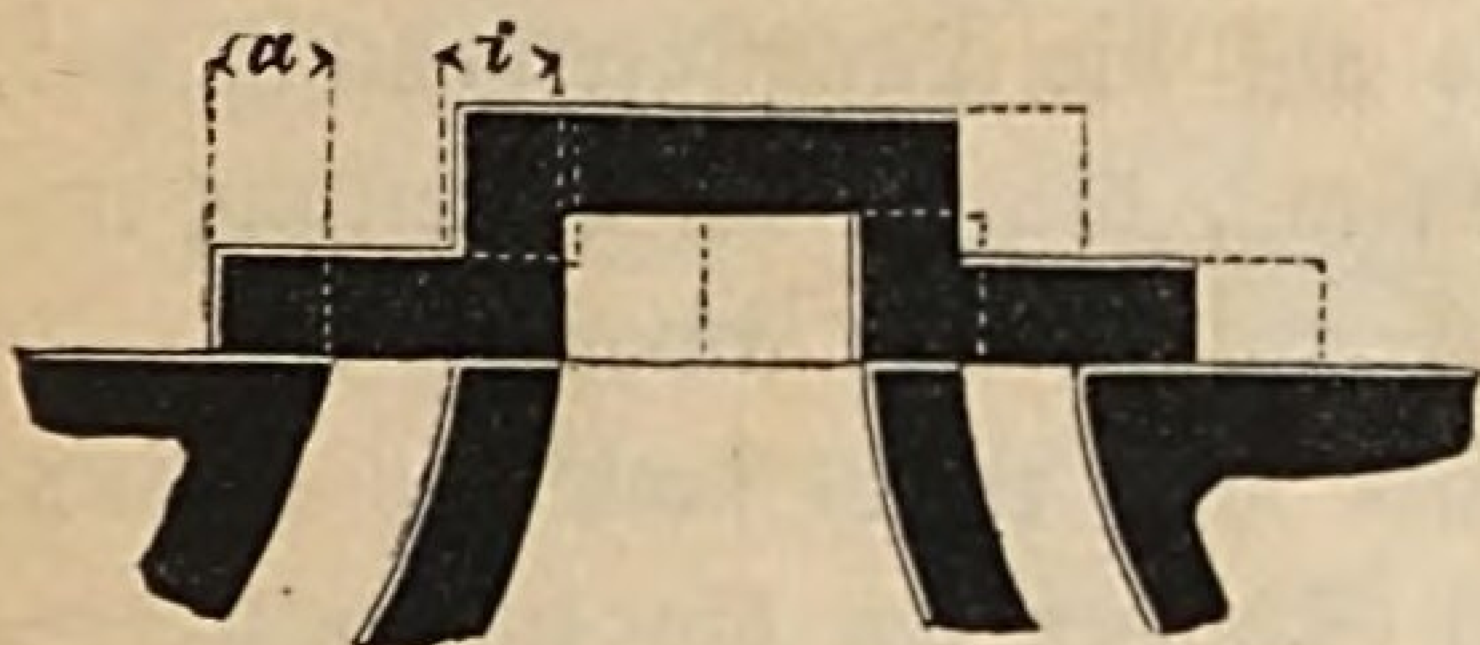



Fig. 208.

Welchen Einfluß haben die Ueberdeckungen auf den Ausfluß des gebrauchten Dampfes?

Wenn äußere und innere Ueberdeckung gleich groß sind, Fig. 208, also a = i, so wird gleichzeitig der Dampf an der einen Seite vom Schieberkasten eintreten und an der anderen Seite in die Schieberhöhlung ausfließen. Es ist besser, daß der Dampfausfluß etwas früher beginnt, damit der Kolben auf der Luftseite schon entlastet ist, wenn auf der Dampfseite der Dampf eintritt, und macht man deshalb die innere Ueberdeckung stets kleiner als die äußere.

Bei der Stellung des Schiebers in Fig. 207 hört die Expansion auf; rückt der Schieber weiter von rechts nach links, so öffnet sich in demselben Augenblicke der hintere Kanal nach der Schieberhöhlung und bleibt so lange offen, bis auf dem Rückwege der Schieber wieder in dieselbe Stellung kommt. Die Excentricität ist inzwischen durch den hinteren todten Punkt gelaufen und steht bei $e^4$. Der Kolben ist links noch nicht auf den todten Punkt gekommen (die Kurbel steht noch bei $R^4$) und wird von diesem Augenblicke an eine kleine Dampfmenge zwischen Kolben und Cylinderdeckel eingeschlossen. Da der Kolben unwiderstehlich bis zum todten Punkte laufen muß, so wird der eingeschlossene Dampf zusammengepreßt — comprimirt. Er wird um so früher abgeschlossen, je größer die innere Ueberdeckung ist, weil die innere Kante des Schiebers eher auf den Steg trifft.

4. Je größer die innere Ueberdeckung ist, um so länger wird die Dauer der Expansion, aber gleichzeitig stellt sich auch eine stärkere Compression ein.

Bis hier haben wir bei unseren Untersuchungen nur den Einfluß verschieden großer Ueberdeckungen auf die Dampfvertheilung betrachtet, dagegen die Voreilung und die Excentricität immer als gleich angenommen. Um auch den Einfluß kennen zu lernen, den die Aenderung eines dieser Theile auf die Dampfvertheilung hat, wollen wir zunächst Ueberdeckungen und die lineare Voreilung ungeändert lassen und verschiedene Excentricitäten annehmen.

Wenn die Kurbel sich von links nach rechts dreht, so beginnt links der Dampfeintritt, wenn der Schieber um die äußere Ueberdeckung nach rechts gerückt ist, wenn er also die Stellung wie in Fig. 209 hat; die Stellungen der Excentricitäten finden wir, wenn wir vom Schieber aus die Länge der Schieberstange abtragen und um deren Endpunkt o mit der Länge der Excenterstange einen Kreis schlagen. Der größere Kreis der größeren Excentricität wird in E, der kleinere der kleineren Excentricität in e geschnitten und finden sich hier die beiden Excentricitäten für dieselbe Stellung des Schiebers. Die größere Excentricität hat den kleineren Winkel durchlaufen, wozu weniger Zeit gehört, so daß der Dampfeintritt bei der größeren Excentricität früher erfolgt.

Für den todten Punkt der Excentricitäten ist der Dampfkanal am weitesten geöffnet und tritt dieses bei beiden für dieselbe Kurbelstellung ein.

Kommt der Schieber zurück, so wird der Dampf abgeschlossen, wenn der Schieber um die äußere Ueberdeckung von der mittleren Stellung ist, wenn er also wieder die Stellung wie in Fig. 209 hat; suchen wir auch hierfür die Lage der Excentricitäten, so finden sie sich bei E′ und e′; die größere Excentricität hat den größeren Winkel durchlaufen, wozu mehr Zeit gehört, so daß der Dampfzufluß länger dauert, also die Expansion später beginnt.

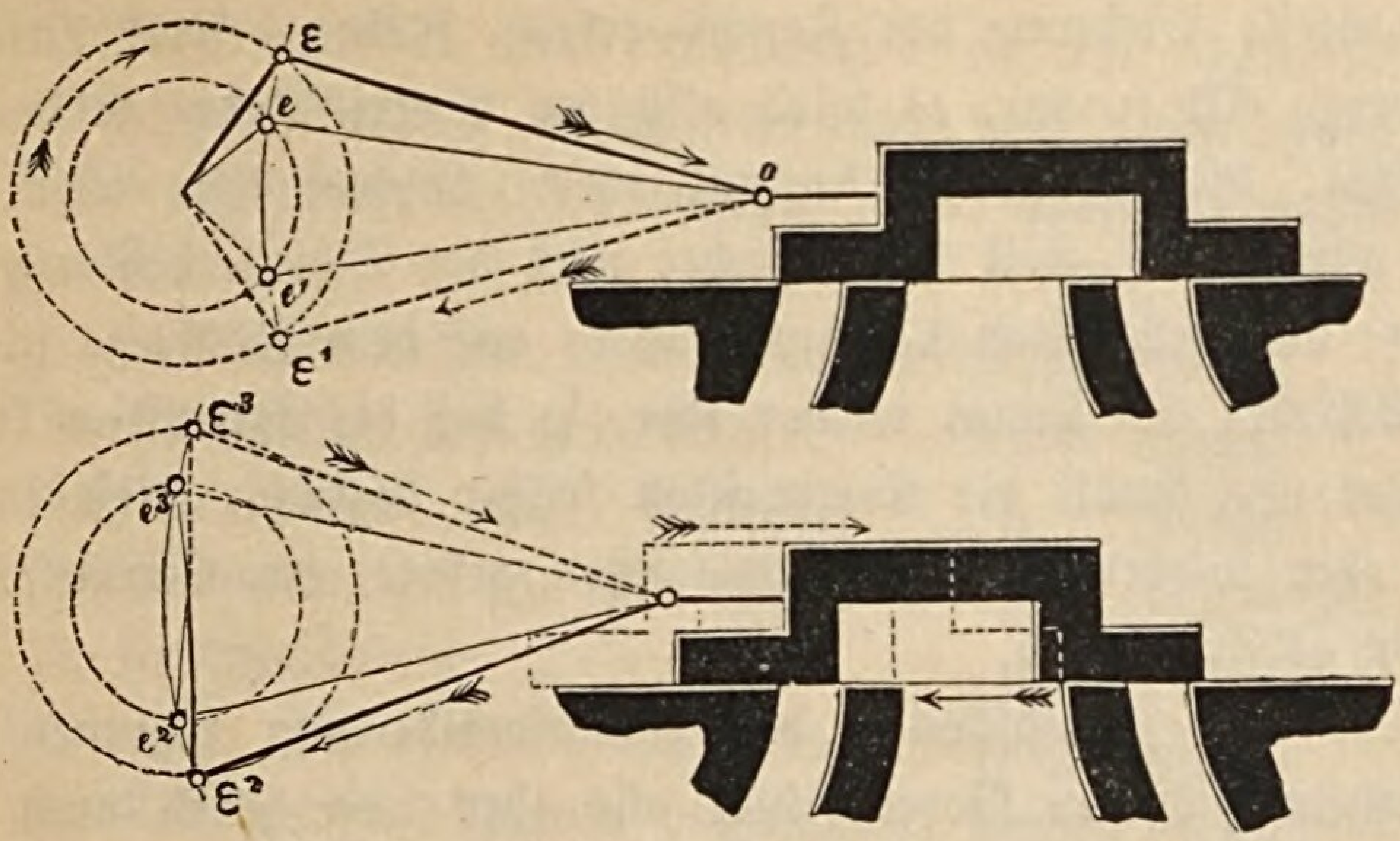


Fig. 209 und 210.

Die Expansion hört auf, wenn die innere Kante des Schiebers den Kanal nach der Schieberhöhlung öffnet, Fig. 210. Für diese Stellung finden sich die Excentricitäten bei $E^2$ und $e^2$. Die größere Excentricität hat den kleineren Winkel durchlaufen, so daß für diese die Expansion nicht so lange dauert.

Laufen die Excentricitäten über den hinteren todten Punkt hinaus, so kehrt der Schieber aus der weitesten Stellung links (punktirt) zurück und schließt den linken Kanal, wenn er wieder die Stellung wie in Fig. 210 hat. Die Compression beginnt. Wir finden die Excentricitäten bei $E^3$ und $e^3$. Die größere Excentricität hat den größeren Winkel durchlaufen, sie schließt den Kanal später, so daß also die Compression kürzer ist.

5. Wenn Ueberdeckung und Voreilung ungeändert bleiben, so tritt bei Vergrößerung der Excentricität der Dampf eher ein, die Dauer der Expansion und Compression wird kürzer.

Vergrößern wir endlich nur den Voreilwinkel, so folgt sofort, daß die lineare Voreilung größer wird, denn mit der Excentricität rücken auch die Excenterstange und der Schieber mehr nach rechts. Um die größere lineare Voreilung läuft der Schieber überhaupt nun voraus, er läßt also den Dampf eher eintreten und

die weiteste Oeffnung des Kanals erfolgt früher. Auch auf dem Rückwege eilt er vor, es wird also der Eintrittskanal früher geschlossen: die Expansion beginnt eher. Letztere hört aber auch eher wieder auf, weil der Schieber nach der Schieberhöhlung eher öffnet: die Exhaustion beginnt früher; auf dem Rückwege schließt der Schieber den Kanal wieder eher, so daß die Exhaustion früher aufhört und damit die Compression früher beginnt: diese endlich hört eher wieder auf, weil (wie schon gesagt) der Eintrittskanal früher geöffnet wird.

Die vier Zeitabschnitte der Dampfvertheilung beginnen also bei einem größeren Voreilwinkel alle eher und hören auch eher wieder auf.

Zeichnet man die Excentricitäten und die Kurbelstellungen für Anfang und Schluß einer jeden Periode, so findet sich, daß bei beiden Voreilwinkeln je zwei gleiche Perioden, z. B. die beiden Expansionsperioden, eine gleich große Kurbeldrehung umfassen, d. h. die Dauer einer jeden Periode bleibt bei Veränderung des Voreilwinkels dieselbe; suchen wir aber die zugehörigen Kolbenstellungen, so fallen die Kolbenwege verschieden lang aus, weil die entsprechenden Kurbelwege näher oder weiter von den todten Punkten liegen.

6. Bleiben Ueberdeckungen und die Excentricität ungeändert und der Voreilwinkel wird größer, so wird die Dauer einer jeden Periode nicht geändert, doch beginnt jede früher.

Die vier Zeitabschnitte der Dampfvertheilung, nämlich:

1. Zufluß des Dampfes (die Admission),
2. Ausdehnung des Dampfes (die Expansion),
3. Ausblasung des Dampfes (die Exhaustion),
4. Zusammenpressung des Dampfes (die Compression),

sind es, welche wir, Beginn und Dauer betreffend, durch passende Wahl der Excentricität, des Voreilwinkels und der Ueberdeckungen bestimmen wollen.

Uebersichtlich sollen die Aenderungen in der Dampfvertheilung wiederholt werden, welche eintreten, wenn ein maßgebender Theil geändert wird, dagegen die anderen ungeändert bleiben.

I. Die äußere Ueberdeckung wird größer:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1. Admission: | Beginn | später, | Dauer | kürzer, |
| 2. Expansion: | „ | früher, | „ | länger, |
| 3. Exhaustion: | „ | ungeändert, | „ | ungeändert, |
| 4. Compression: | „ | „ | „ | länger. |

II. Die innere Ueberdeckung wird größer:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1. Admission: | Beginn | ungeändert, | Dauer | ungeändert, |
| 2. Expansion: | „ | „ | „ | länger, |
| 3. Exhaustion: | „ | später, | „ | kürzer, |
| 4. Compression: | „ | früher, | „ | länger. |

III. Die Excentricität (der Hub) wird größer:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1. Admission: | Beginn | früher, | Dauer | länger, |
| 2. Expansion: | „ | später, | „ | kürzer, |
| 3. Exhaustion: | „ | früher, | „ | länger, |
| 4. Compression: | „ | „ | „ | kürzer. |

IV. Der Voreilwinkel wird größer:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1. Admission: | Beginn | früher, | Dauer | ungeändert, |
| 2. Expansion: | „ | „ | „ | „ |
| 3. Exhaustion: | „ | „ | „ | „ |
| 4. Compression: | „ | „ | „ | „. |

Diese Zusammenstellung zeigt, daß dieselbe Aenderung in der Dampfvertheilung auf verschiedene Weise erreicht werden kann, z. B. die Expansivkraft des Dampfes soll besser ausgenutzt werden: man vergrößert die äußere Ueberdeckung, siehe I. 2, oder man macht die Excentricität kleiner, siehe III. 2.

Die bis dahin betrachtete Steuerung entspricht zwei Hauptbedingungen nicht, die an eine Locomotivsteuerung gestellt werden müssen, sie ist nämlich keine Umsteuerung und sie arbeitet mit fester Expansion.

Je nach der Schwere des Zuges, nach den Steigungsverhältnissen der Bahn und den Witterungsverhältnissen muß die Locomotive stärker oder schwächer arbeiten, um den Zug mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit zu befördern. Da es nicht angänglich ist, je nach den oft plötzlich sich ändernden Ansprüchen an die Leistungsfähigkeit der Maschine den Dampfdruck zu steigern oder zu schwächen, so wird eine andere Leistung der Locomotive dadurch erreicht, daß man den Dampf auf den Kolben nicht während seines ganzen Weges wirken läßt, sondern daß man ihn durch den Schieber von dem Cylinder absperrt, wenn der Kolben erst einen Theil seines Weges, z. B. $^1/_2$, $^1/_3$, $^1/_4$ . . . . zurückgelegt hat; während des weiteren Laufes des Kolbens dehnt die eingeschlossene Dampfmenge sich aus — der Dampf expandirt — und wirkt mit stetig abnehmender Kraft. Durch die Expansivkraft des Dampfes wird noch Arbeit erzielt und zwar ohne Zufluß von frischem Dampfe, also auch ohne Aufwand von Brennmaterial. Es liegt demnach im Vortheile der Ersparniß, die Expansivkraft des Dampfes auszunutzen.

Um die besprochene Steurung zu einer Umsteurung zu machen, müßte man die Excentricität e in die Lage e′ bringen, Fig. 211; sie hat dann für den Rückwärtsgang, also für die Drehung der Kurbel von rechts nach links, dieselbe Stellung zur Kurbel R wie für den Vorwärtsgang die Excentricität e, sie ist in beiden Fällen der Kurbel um $90^0 + w$ voraus.

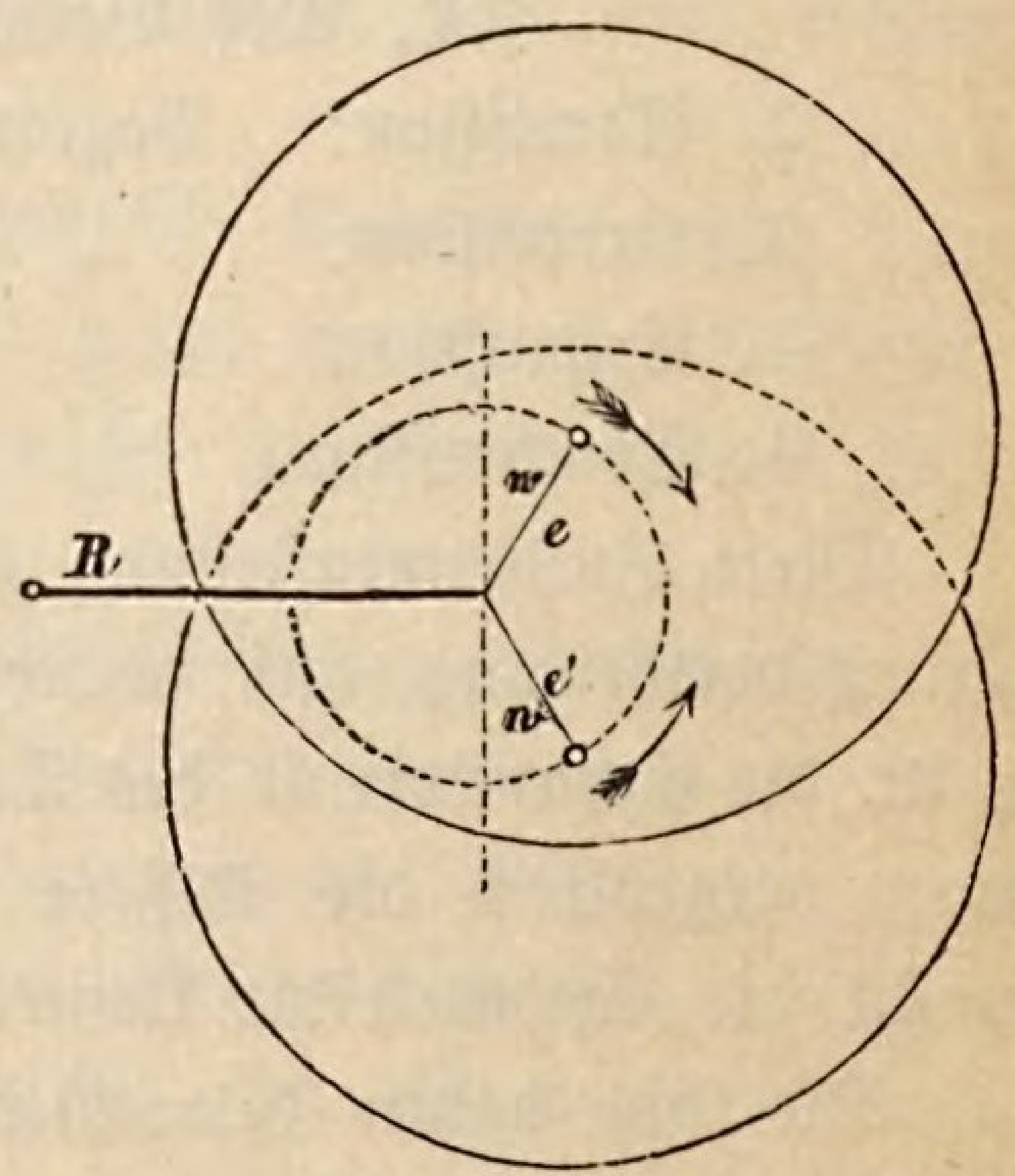


Fig. 211.

Die ersten Locomotiven hatten für jeden Schieber auch wirklich nur ein Excenter, welches lose auf der Achse saß und beim Wechsel der Bewegung gedreht wurde. Ein solches Excenter ließ sich schlecht handhaben, auch nutzte es leicht aus

und bekam einen für die Dampfvertheilung ungünstigen todten Gang. Hawthorn in Newcastle kam 1737 zuerst auf den Gedanken, zwei feste Excenter für jeden Schieber anzuwenden, das eine für den Vorwärts-, das andere für den Rückwärtsgang, deren Stellung zur Kurbel also wie in Fig. 211 ist.

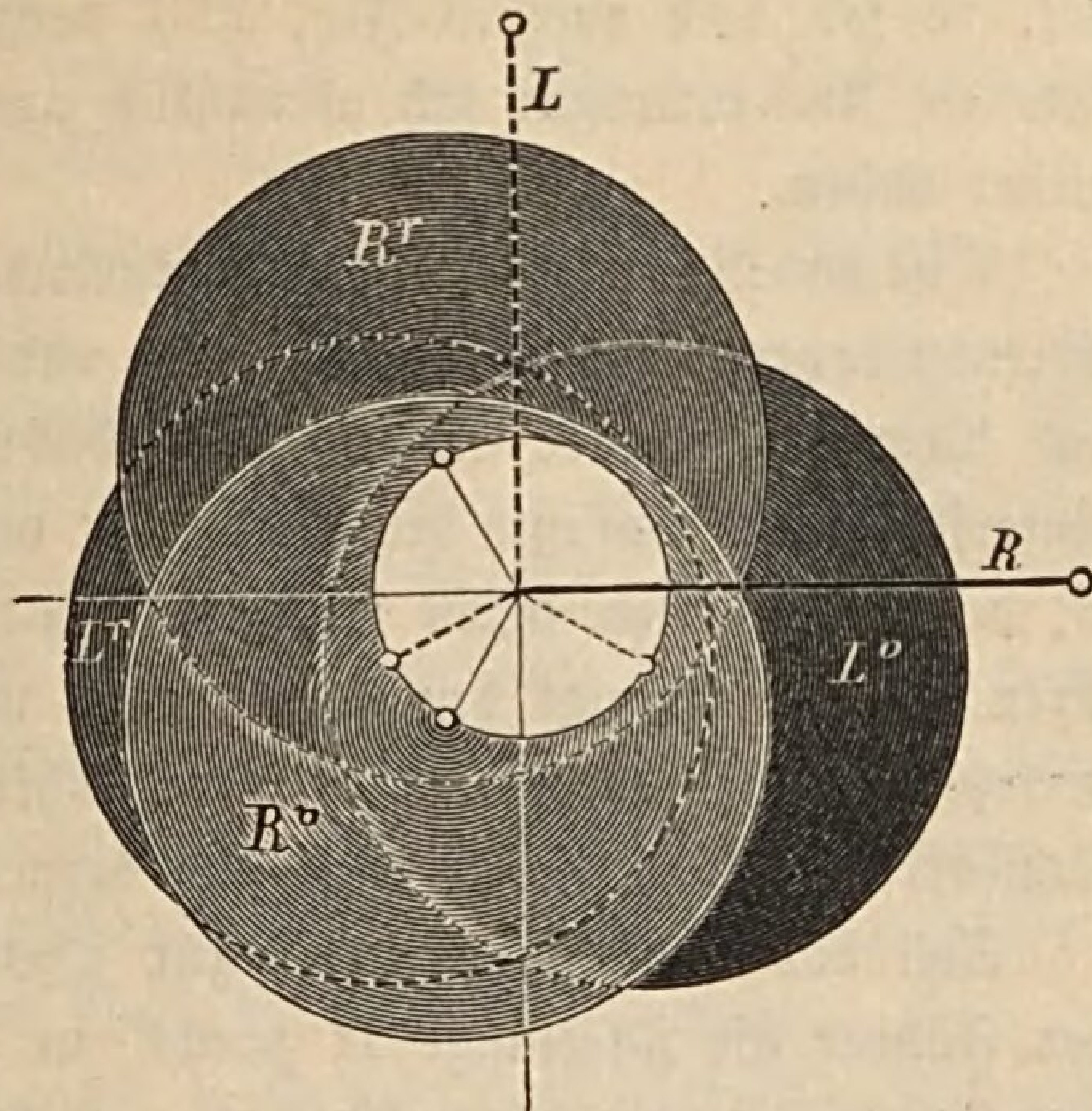



Fig. 212.

Da beim Vorwärtsgange die rechte Kurbel der linken um 90° voreilt, so ergiebt sich die Stellung der Excentricitäten zu den Kurbeln aus Fig. 212. R ist die rechte, L die linke Kurbel; $R^v$ ist das rechte, $L^v$ das linke Vorwärtsexcenter, $R^r$ das rechte und $L^r$ das linke Rückwärtsexcenter. Man pflegt das Vorwärtsexcenter der Kurbel am nächsten aufzukeilen, so daß sich von der rechten Kurbel aus die Excenter folgen: rechtes Vorwärts-, rechtes Rückwärts-, linkes Rückwärts-, linkes Vorwärtsexcenter.

Die beiden zu einem Schieber gehörenden Excenter haben je eine Excenterstange und zwar greift für den Vorwärtsgang die des Vorwärtsexcenters und für den Rückwärtsgang die des Rückwärtsexcenters an; sie müssen, um den Zweck der Umsteuerung zu erfüllen, nach Belieben des Locomotivführers abwechselnd die Schieberstangen greifen können.

Bevor die neueren jetzt allgemein gebräuchlichen Umsteuerungen erfunden waren, gab es verschiedene Vorrichtungen, welche dieses abwechselnde Eingreifen ermöglichten, wenn auch nicht mit der Sicherheit, welche wir jetzt gewohnt sind. Wenn eine solche ältere Einrichtung der Umsteuerung auch nur noch geschichtliche Bedeutung

hat, so soll doch eine in Fig. 213 vorgeführt werden, weil die neueren Umsteurungen sich allmählich aus den älteren herausgebildet haben.

V ist das Vorwärts-, R das Rückwärtsexcenter. Die zugehörigen Excenterstangen sind D und E; beide endigen in Gabeln g und g′; das Vorwärtsexcenter arbeitet, die Gabel g der zugehörigen Excenterstange D umfaßt den Knopf a des doppelarmigen Hebels F, der in o seinen festen Drehpunkt hat. Beim Rundlaufen des Excenters V schwingt der Hebelarm b um den Drehpunkt o und versetzt mittelst des Gelenkes c die Schieberstange s und so den Schieber in die bekannte hin- und hergehende Bewegung.

Soll das Rückwärtsexcenter zur Thätigkeit kommen, so zieht der Führer die Zugstange H zurück, in der Richtung des Pfeiles; der Hebel J folgt dieser Bewegung, der Hebel K bewegt sich aufwärts und hebt mittelst der Zugstange f die Stange E des Rück-

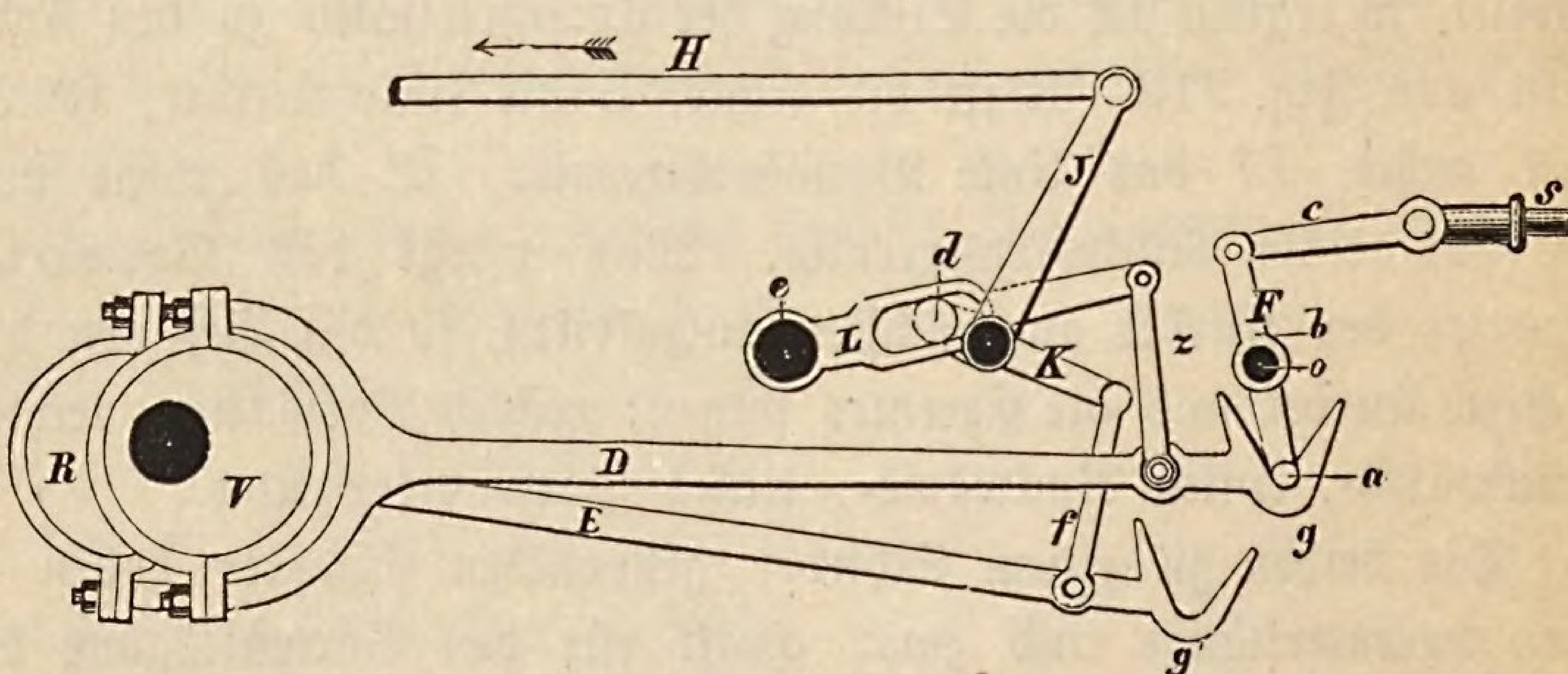



Fig. 213.

wärtsexcenters, welche nun mit der Gabel g′ den Knopf a umfaßt und den Rücklauf bewirkt. Die Achse des Winkelhebels J K hat den gebogenen Theil d, welcher von dem Schlitze des Hebels L, der seinen Drehpunkt in e hat, umfaßt wird: d drückt den Hebel L und mittelst der Zugstange z die Excenterstange D herunter, so daß deren Gabel und damit das Vorwärtsexcenter außer Thätigkeit kommt.

Diese Gabelsteuerung arbeitete anfänglich mit voller Füllung (ohne Expansion), später, indem man den Schiebern Ueberdeckung gab, mit unveränderlicher Expansion.

Die Umsteuerung war also auch erfunden und fehlte nur noch die veränderliche Expansion.

Der Ingenieur Williams hatte zuerst den Gedanken, die Excenterstangen nicht in Gabeln auslaufen zu lassen, sondern die Enden durch ein geschlitztes Zwischenstück (Bügel, Couliſſe) zu verbinden, in welchem die Schieberstange auf- und niederbewegt werden konnte. Diese anfangs unvollkommene Einrichtung erfuhr mit der Zeit Verbesserungen; im Jahre 1843 erfand Robert Stephenson die unter dem Namen „Stephenson'sche Coulissensteuerung" in der ganzen Welt bekannte Umsteuerung.

Die Excenterstangen laufen in Gabeln aus, g g, Fig. 214 und 215, mit welchen sie das geschlitzte Stück S (Coulisse) umfassen; in dem Schlitze liegt der Gleitklotz b (Coulissenstein), welchen die Schieberstange s gabelförmig umfaßt. Je nachdem die Coulisse

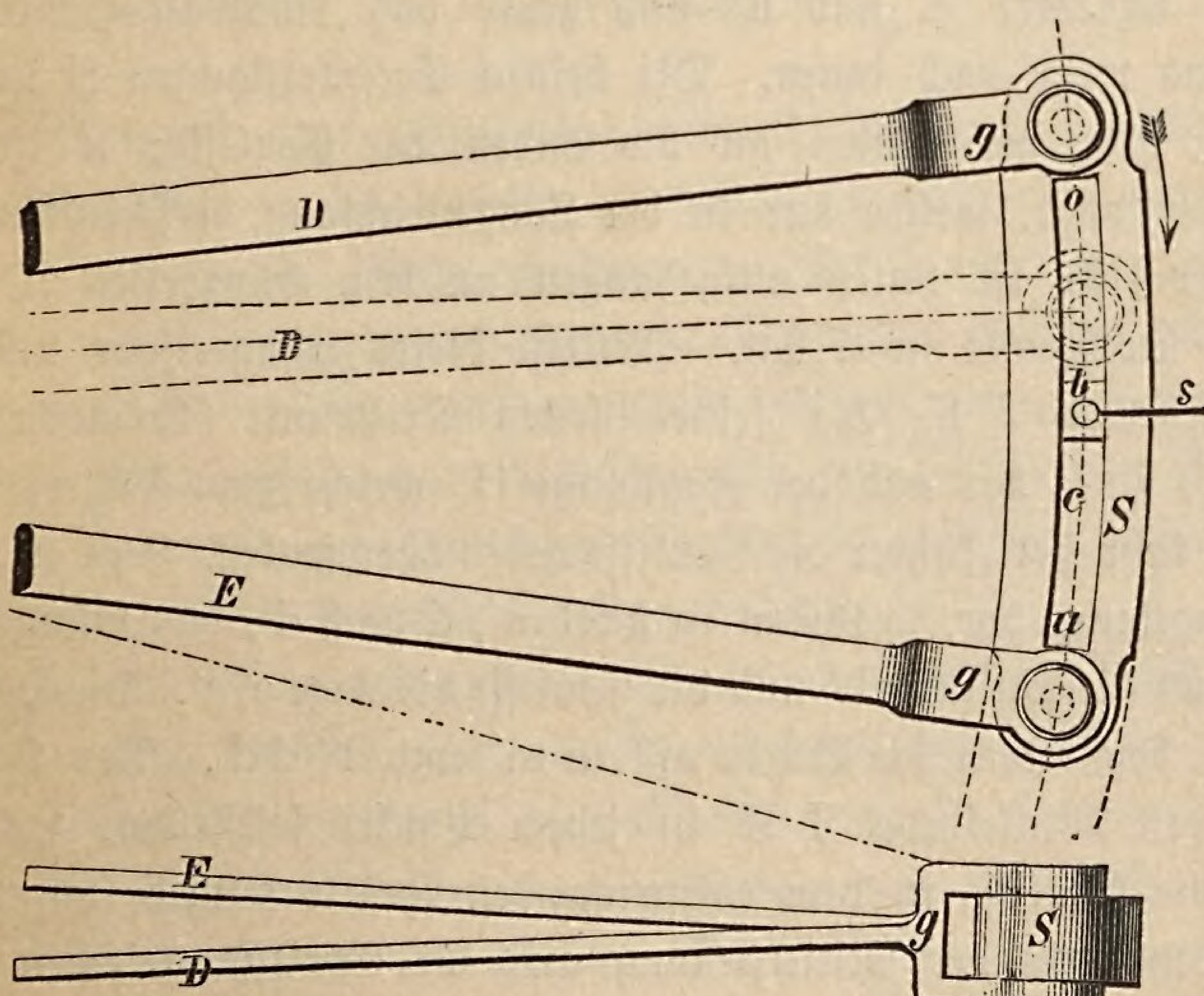



Fig. 214 und 215.

gesenkt (punktirt) oder gehoben wird, liegt der Stein bei o oder bei u; in ersterem Falle wirkt das Vorwärtsexcenter mit der Stange D, im anderen Falle die Stange E auf den Schieber. Anfänglich benutzte man nur die beiden äußersten Punkte o und u, bis man fand, daß auch eine gewisse Dampfvertheilung stattfand, wenn der Stein in einem zwischenliegenden Punkte, z. B. in c lag und zwar so, daß die Admissionsperiode kürzer und die Expansionsperiode länger wurde. Nachdem es gelungen, durch eine Hebelverbindung die verschiedenen Punkte der Couliſſe vom Stande des Führers aus mit der Schieberstange in Eingriff zu bringen, hatte Stephenson die Aufgabe gelöst, eine Umsteuerung mit veränderlicher Expansion herzustellen.

## 2. Die Stephenson'sche Coulissensteurung.

Die Fig. 216 zeigt in Linien die eine Seite einer Stephensonschen Coulissensteurung. Auf der Welle o sitzen fest aufgekeilt die beiden Excenter E und E' und zwar das Rückwätsexcenter E' meistens mehr nach innen. Die beiden Excenterstangen S und S' greifen oben und unten an die Enden der Coulisse; s ist die Schieberstange, welche nur in der Längenrichtung verschiebbar ist. Die Coulisse ist unten aufgehangen an dem Hängeeisen h, das seinen Drehpunkt in d hat. Mittelst dieses Hängeeisens und des Winkelhebels J K, der seinen festen Drehpunkt (Steurungswelle) in P hat und der Zugstange H, welche zum Führerstande führt, kann der Führer die Coulisse heben oder senken. Legt er z. B. die Zugstange vor, so kommt m nach m', d nach d', das Hängeeisen bekommt die Stellung h' und die Coulisse die Lage c' c'. Die Hebel J und K beschreiben die Bögen m'' m m' und d'' d d'. Der Führer kann den Winkelhebel J K in jedem Punkte feststellen, wodurch auch die Coulisse in dem entsprechenden Punkte festgehalten wird.

Wenn von der Mittelstellung aus die Coulisse gehoben oder gesenkt wird, so greift sie mit verschiedenen Punkten an die Schieber-

stange. Ist t die Mitte der Coulisse, der sog. todte Punkt, und sie wird gesenkt, so daß sie die punktirte Lage bekommt, so liegt der Angriffspunkt über der Mitte, die Coulisse wird hauptsächlich durch die Stange S des Vorwärtsexcenters geführt: die Maschine läuft vorwärts. Wird die Coulisse gehoben, so ist es umgekehrt, der

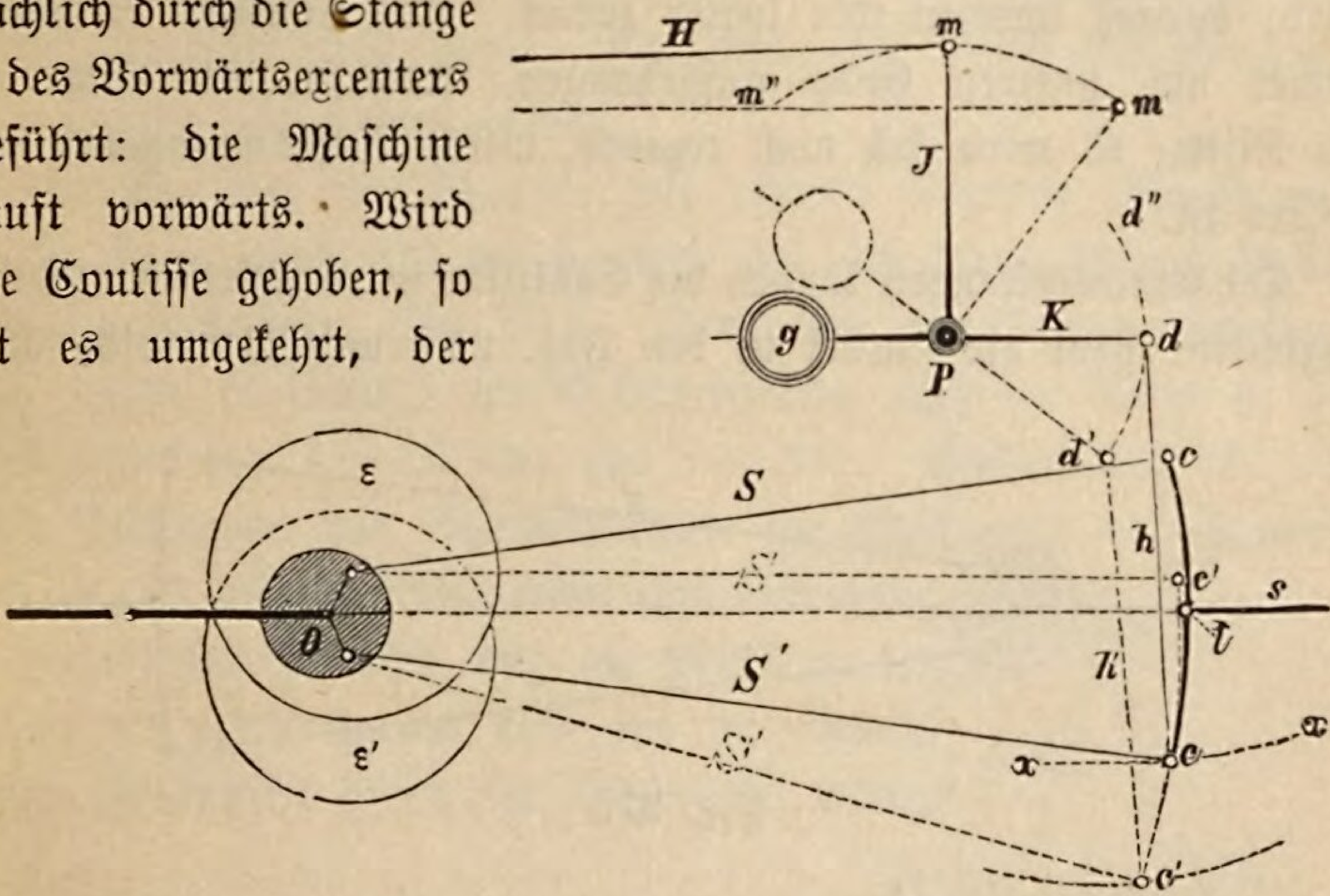



Fig. 216.

Angriffspunkt liegt unterhalb der Mitte und tritt nun das Rückwärtsexcenter in Thätigkeit: die Maschine läuft rückwärts. Liegt der Stein in der Mitte, so kann von der Ruhe aus eine Bewegung nicht eintreten, auch wenn der Regulator geöffnet wird, weil der Schieber entweder beide Kanäle schließt, oder, wenn er den einen Kanal öffnet, was höchstens um die Größe der Voreilung geschehen kann, die Kurbel im oder doch so nahe dem todten Punkte steht, daß keine Bewegung erfolgen kann.

Die Coulisse und die Excenterstangen sind ziemlich schwer, man bringt deshalb, um deren Gewicht auszugleichen, in der Verlängerung des Hebels K das Gewicht g an.

Je mehr der Stein von den Enden nach der Mitte rückt, um so kleiner wird der Schieberhub, und die Dampfvertheilung ändert sich ähnlich, als wenn bei einer einfachen Steuerung die Excentrici=

tät kleiner wird, d. h. die Expansion wird um so größer, je näher der Stein der Mitte liegt.

Wie die Coulisse in der beabsichtigten Stellung festgehalten wird, darauf kommen wir später zurück. Die Coulisse ist nicht immer am unteren Ende aufgehangen, sondern oft auch in der Mitte; es wird sich noch ergeben, welche Aufhängungsart die bessere ist.

Die Excenterstangen können die Coulissen in verschiedener Weise angreifen: steht die Kurbel in den Fig. 217 und 218 beide Mal

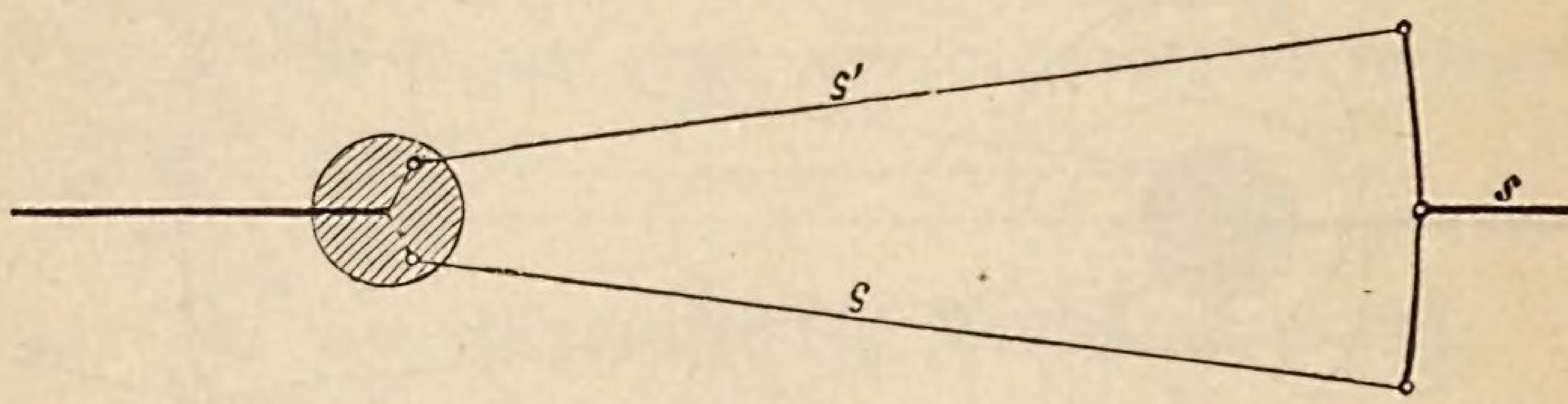



Fig. 217.

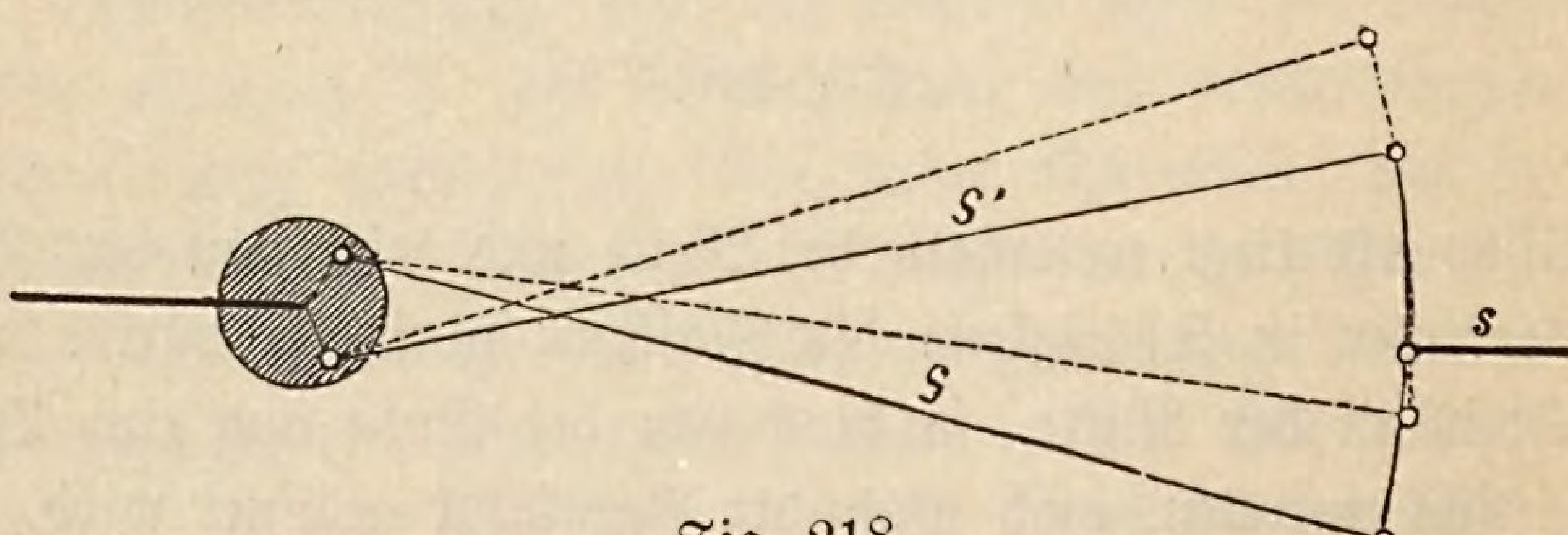



Fig. 218.

hinten auf dem todten Punkte und die Excenterstangen liegen wie in Fig. 217, so sagt man, die Coulisse arbeitet bei offenen Stangen; liegen sie wie in Fig. 218, so arbeitet sie bei gekreuzten Stangen. Bei offenen Stangen muß man, um das Vorwärtsexcenter in Thätigkeit zu bringen, die Coulisse senken, Fig. 217, bei gekreuzten Stangen dagegen heben, Fig. 218. Hängt also beim Vorwärtsgang die Coulisse nach unten, so hat man es mit offenen Stangen zu thun, steht sie oben, so sind die Stangen gekreuzt.

Die Dampfvertheilung hat in beiden Fällen ihre Eigenthümlichkeiten.

Schließlich werde noch erwähnt, daß die Voreilwinkel der beiden Excenter nicht immer gleich sind; den Zweck der Ungleichheit werden wir kennen lernen.

Nehmen wir eine Coulisse mit offenen Stangen, die Voreilwinkel seien gleich und die Coulisse an dem Hängeeisen h in der Mitte aufgehangen, Fig. 219. Dreht sich die Kurbel von links nach rechts, so kommen die Excentricitäten nach der Reihe in die Stellungen von 1—12 und von I—XII. Suchen wir für alle diese Stellungen der Excentricitäten die Stellungen der Coulisse von 1—12 und betrachten dabei ihre Bewegung, so ergiebt sich zunächst, daß die Mitte in dem Stücke xx eines Kreises hin- und herschwingt, dessen Halbmesser gleich der Länge der Hänge-

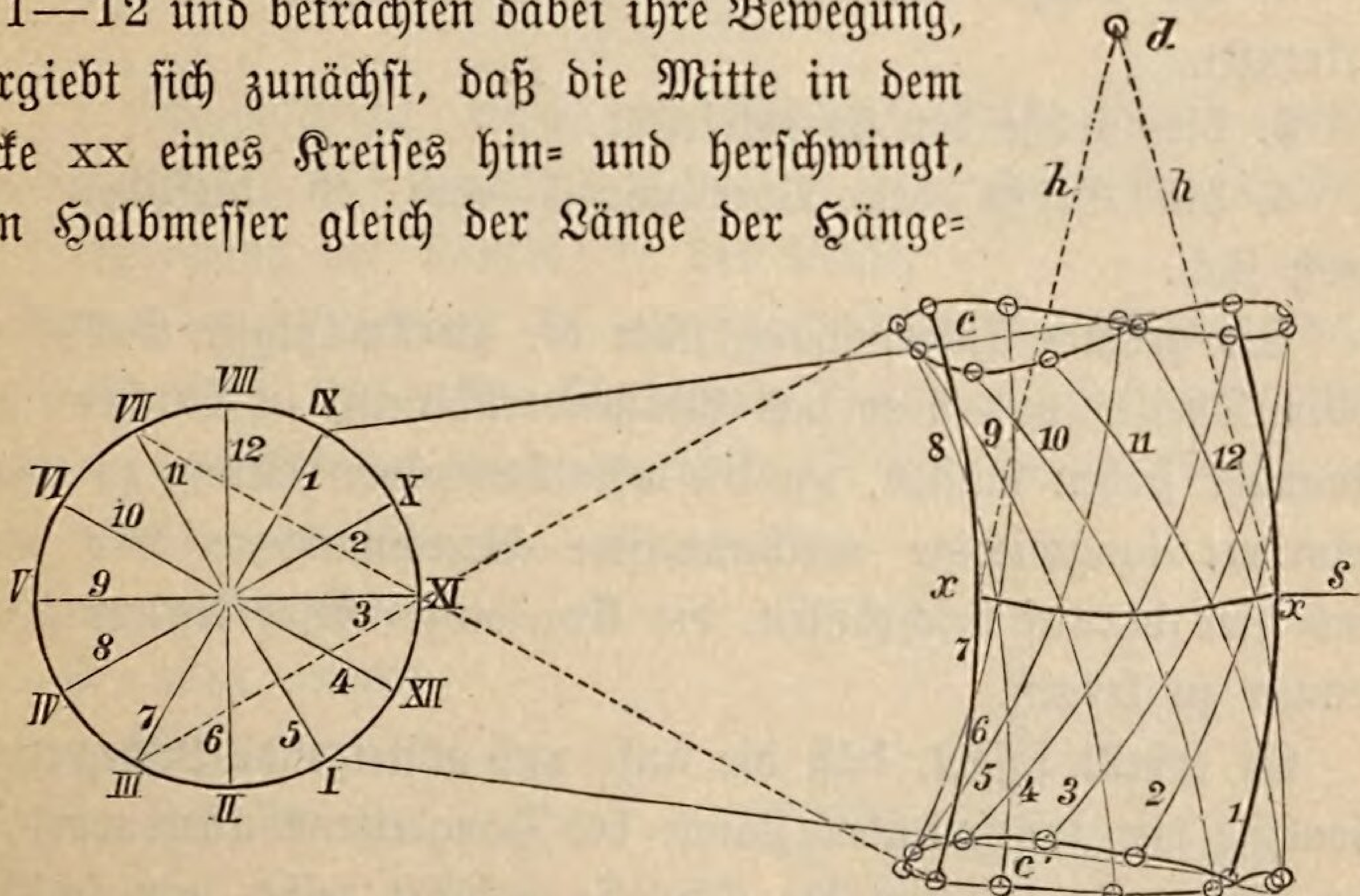



Fig. 219.

stange h ist; die ganze Coulisse nimmt Theil an dieser Schwingung, so daß sie bei einer ganzen Umdrehung der Welle zwei auf- und niedersteigende Bewegungen macht. Diese haben auf die Schieberstange, welche sich nur geradlinig hin- und herbewegen kann, denselben Einfluß, als wenn der Stein bei ruhig liegender Coulisse eine auf- und niederspringende Bewegung machte, und man sagt, allerdings unrichtig, der Stein springt in der Coulisse. Jeder

Punkt der Coulisse ober- und unterhalb der Mitte beschreibt eine schleifenartige Krümmung (c c′ sind die für die beiden Endpunkte), welche um so flacher ist, je näher der Punkt der Mitte liegt; der todte Punkt bewegt sich in x x. Die ganze Coulisse macht außerdem eine hin- und hergehende Bewegung, und zwar ist, wie Fig. 219 dieses zeigt, die Ausweichung, also auch der Schieberhub um so kleiner, je näher der Stein der Mitte liegt.

Auf die Bewegung der Coulisse, also auf die Schieberbewegung und dadurch auf die Dampfvertheilung haben Einfluß:

1. Die Länge der Coulisse, ihre Krümmung und die Aufhängung,

2. die Länge und Art der Excenterstangen (ob offen oder gekreuzt),

3. die Größe der Excentricität,

4. die Größe der Voreilwinkel und ob dieselben gleich groß sind.

Die genaue Untersuchung über die zweckmäßigste Größe eines jeden Theiles und über das Größenverhältniß, in welchem sie zu einander stehen müssen, um die beste Dampfvertheilung zu erzielen, erfordert langwierige mathematische Berechnungen; wir müssen uns hier darauf beschränken, die Ergebnisse dieser Untersuchungen kennen zu lernen.

Es erhellt sofort, daß die auf- und absteigende Bewegung der Coulisse mit zunehmender Länge des Hängeeisens abnimmt, weil der Bogen, in welchem die Coulisse geführt wird, um so flacher ist, und gilt als Regel:

1. Man macht das Hängeeisen der Coulisse so lang, wie es die ganze Construction überhaupt erlaubt.

Bei nicht zu ungünstig gewählter Lage des Hängeeisens kann man annehmen, die Coulisse schwinge in der Geraden xx, Fig. 220, statt in dem Bogen xx, Fig. 219. Suchen wir unter dieser Annahme wieder die Lage der Coulisse für die verschiedenen Stellungen der Excentricitäten, Fig. 220, so finden wir die

Form der Schleifen zu beiden Seiten des todten Punktes gleich, die Coulisse arbeitet also vor- und rückwärts in derselben Weise.

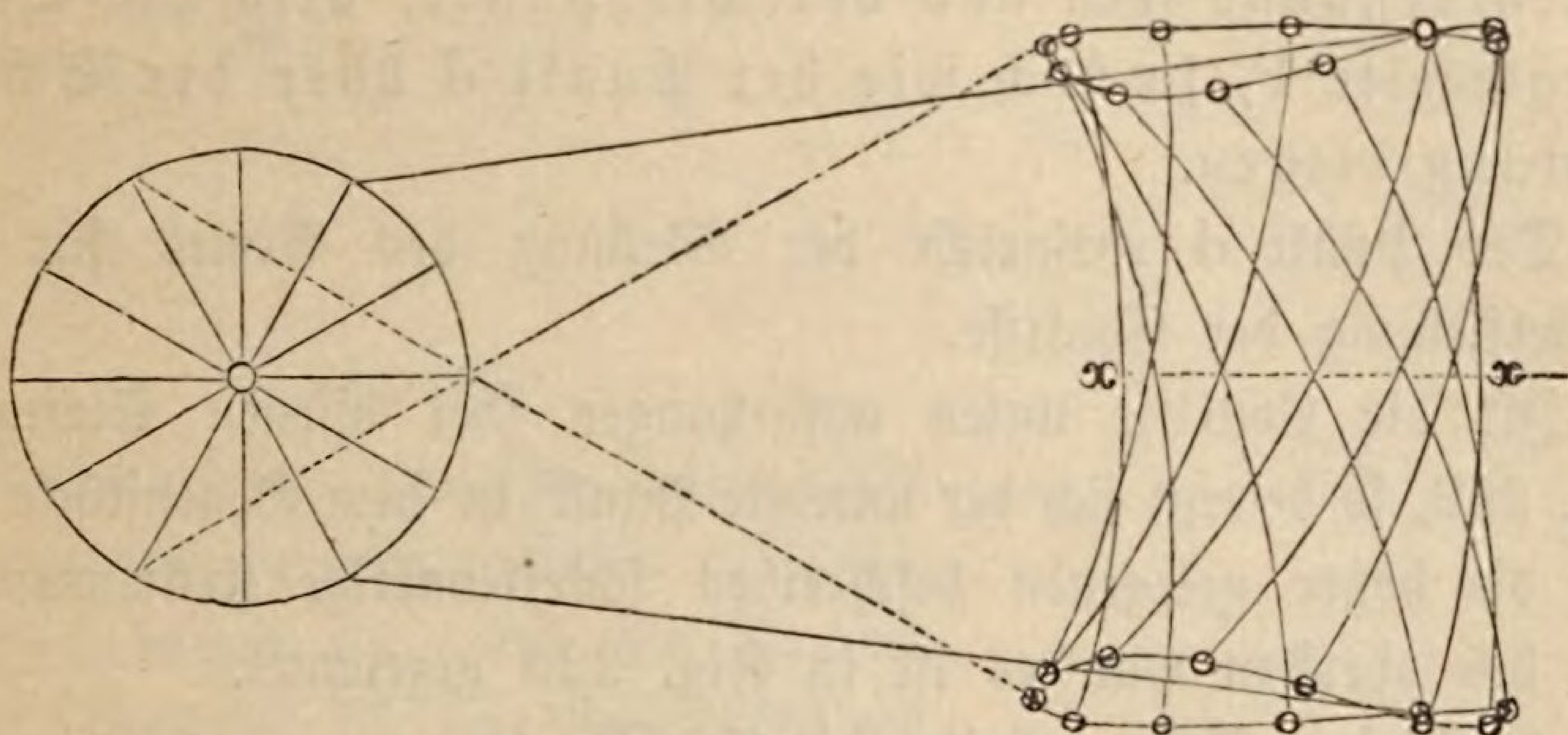



Fig. 220.

Da Locomotiven, welche ausschließlich Rangirdienst leisten, ebenso häufig vor- wie rückwärts laufen, so empfiehlt sich bei diesen die Aufhängung der Coulisse in der Mitte.

Das Hängeeisen dreht sich um den für jede Coulissenlage festen Punkt d, Fig. 221; bei Verlegung der Coulisse wird dieser Punkt d mittelst der Steurungswelle P und deren Arm K in einem Kreisbogen geführt; damit die Coulisse in allen Lagen möglichst wenig schwanke, hat sich ergeben:

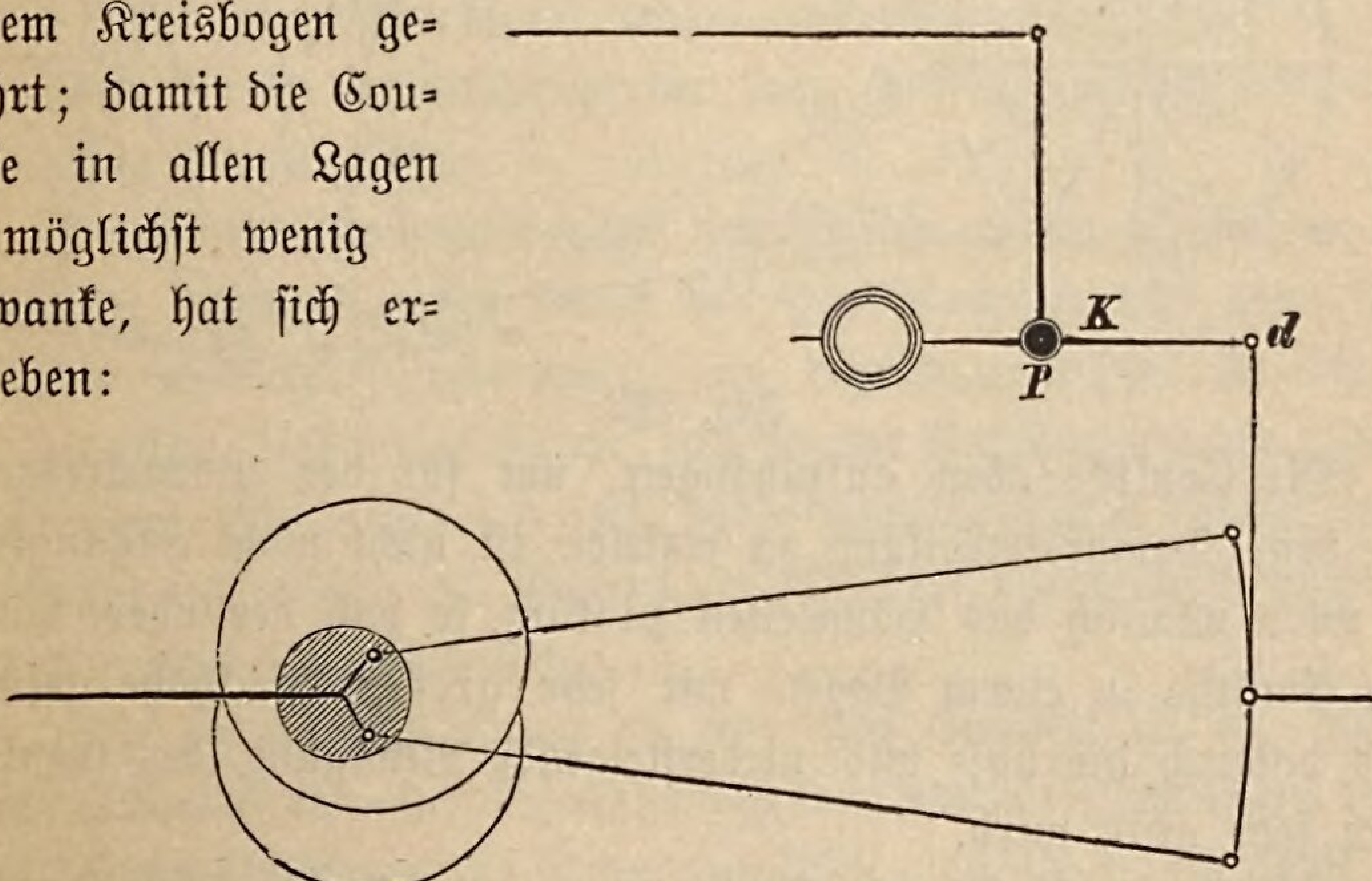



Fig. 221.

2. Wenn die Coulisse in der Mitte aufgehangen ist, soll der Arm K der Steurungswelle so lang wie die Excenterstange sein und der Drehpunkt, also die Steurungswelle P, so hoch wie der Punkt d über der Schubrichtung liegen.

Der Punkt d entspricht der Stellung des Armes für die Mittelstellung der Coulisse.

Ist die Coulisse unten aufgehangen (bei offenen Stangen), Fig. 222, so bewegt sich der unterste Punkt in dem Bogenstücke xx, und die höher gelegenen beschreiben schleifenartige Krümmungen. Die des obersten Punktes ist in Fig. 222 gezeichnet.

In diesem Falle arbeitet die Coulisse in beiden Hälften verschieden, und zwar ist die Dampfvertheilung für den selteneren Fall, daß die Maschine rückwärts läuft, am besten.

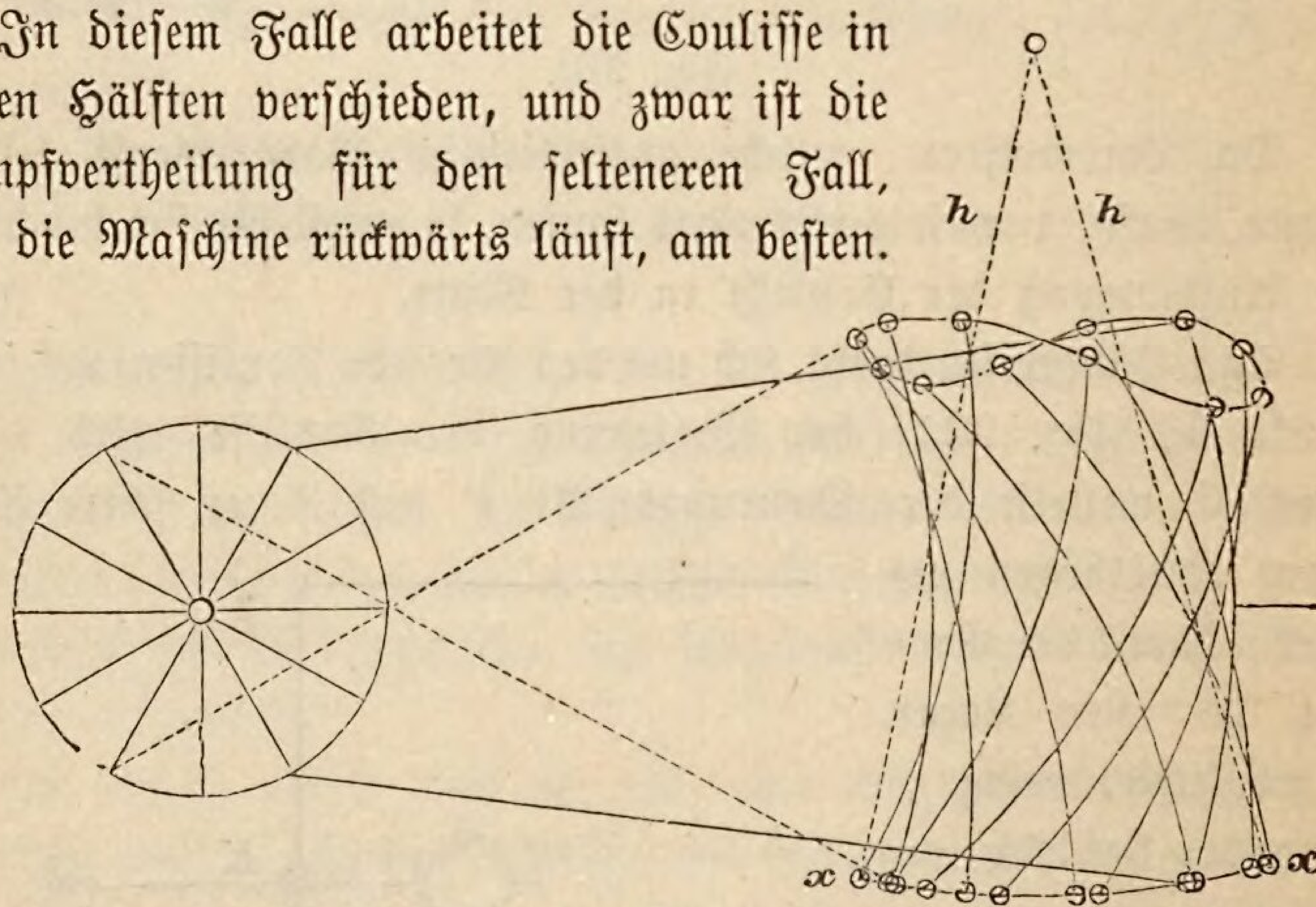



Fig. 222.

Die Coulisse oben aufzuhängen, um für den Vorwärtsgang die beste Dampfvertheilung zu erzielen, ist nicht wohl angänglich; es wird nämlich das Hängeeisen zu kurz, so daß der obere Punkt der Coulisse in einem Bogen mit sehr großer Pfeilhöhe geführt und dadurch die auf- und niedersteigende Bewegung der Coulisse auch sehr groß wird.

Anders macht sich die Sache, wenn die Steurungswelle (also der Drehpunkt P) unten liegt, Fig. 223, und nun die Coulisse

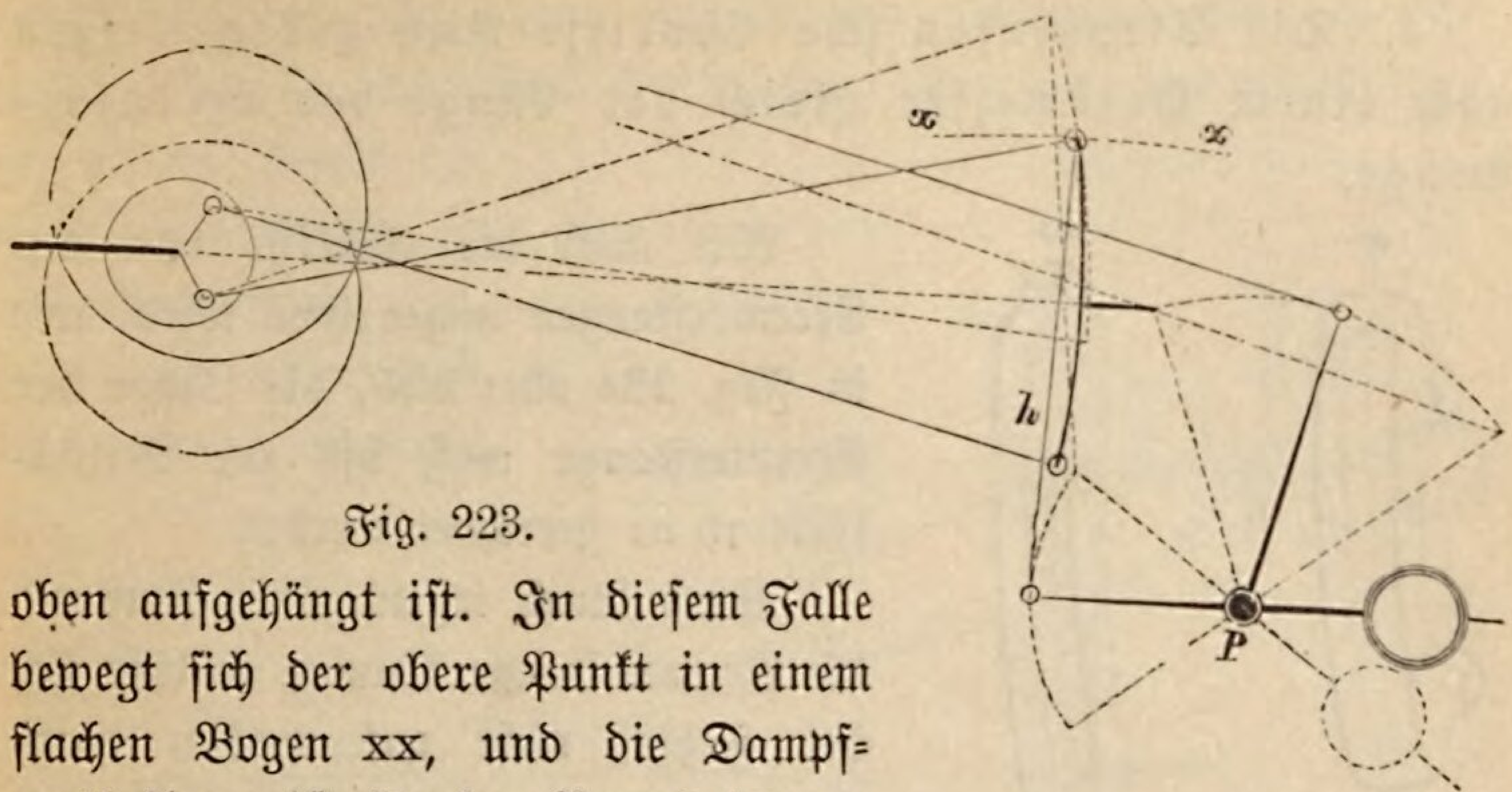



Fig. 223.

oben aufgehängt ist. In diesem Falle bewegt sich der obere Punkt in einem flachen Bogen xx, und die Dampfvertheilung ist für den Vorwärtsgang eine günstigere.

Die ganze Anlage der Locomotive erlaubt nur in seltenen Fällen diese Anordnung.

Liegt die Steuerungswelle oben und die Coulisse ist unten aufgehangen (Fig. 216), so lautet die Regel:

3. Der Arm K soll so lang wie die Excenterstange sein und der Drehpunkt — die Steuerungswelle — so hoch wie der Punkt d″ über der Schubrichtung liegen.

Der Punkt d″ entspricht der Lage des Armes für die höchste Stellung der Coulisse.

Da beim Vorwärtsfahren gewöhnlich große Expansion angewandt wird, also der Stein der Coulissenmitte sehr nahe liegt, wo die Krümmung nur wenig von dem Bogenstücke abweicht, so ist es nicht hoch anzuschlagen, daß bei der Aufhängung am unteren Ende das Hängeeisen um die halbe Coulissenlänge länger wird; auch ist die Länge des Bogens, in welchem die Coulisse schwingt, in der Mitte am kürzesten.

Eine Hauptanforderung an eine gute Coulisse ist die, daß sie den Schieber bei allen Expansionsgraden um denselben festen Punkt (Oscillationsmittelpunkt) schwingen läßt, und sie erfüllt diese Bedingung, wenn folgender Regel genügt ist:

4. Die Stephenson'sche Coulisse muß gebogen sein nach einem Halbmesser gleich der Länge der Excenterstange.

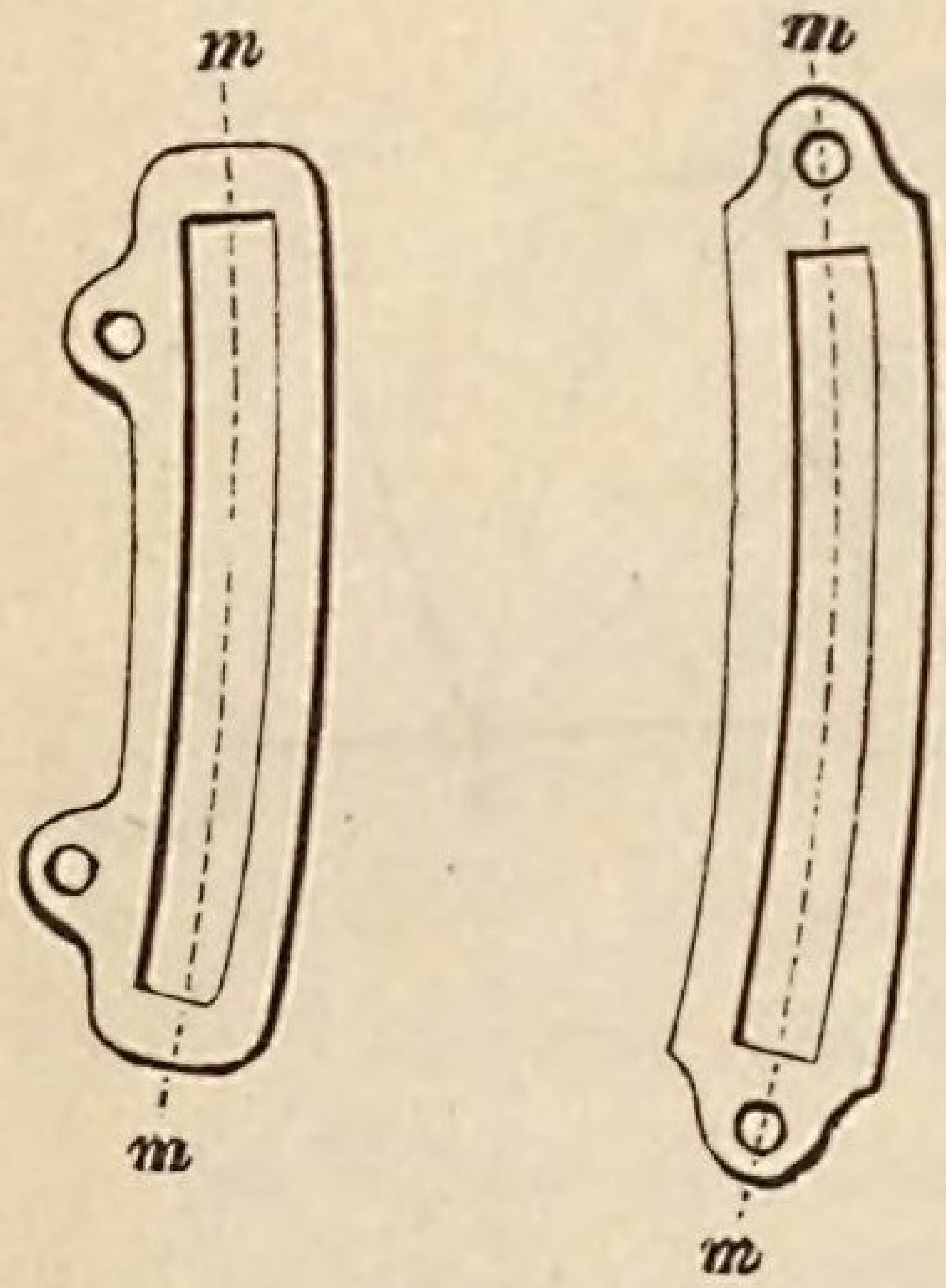


Fig. 224 u. 225.

Wie auch die Coulisse von den Excenterstangen angegriffen wird, wie in Fig. 224 oder 225, die Länge der Excenterstange muß bis zur Mittellinie m m gerechnet werden.

Wird durch irgend einen Umstand die Excenterstange krumm, so läßt sich der Fehler nicht gut machen durch Veränderung an der Schieberstange, jedenfalls ist letztere eher zu verlängern, als kürzer zu machen, weil die Excenterstange kürzer geworden, also der Schieber nach hinten gezogen ist.

Die Länge der Excenterstange betreffend, so gilt dafür das bei der Kurbelstange Gesagte; je länger sie gegen die Excentricität ist, um so gleichmäßiger ist die Bewegung des Schiebers zu beiden Seiten des Schwingungsmittelpunktes; man nimmt sie mindestens zwölfmal so lang wie die Excentricität und geht darüber hinaus, wenn es möglich ist.

Bei gekreuzten Stangen beschreibt die Coulisse ähnliche Krümmungen wie bei offenen. Soll auch bei gekreuzten Stangen die Zugstange für den Vorwärtsgang der Maschine nach vorwärts, für den Rückwärtsgang nach rückwärts verlegt werden müssen, was deshalb wünschenswerth ist, damit der Führer den Steurungshebel immer in derselben Weise zu handhaben hat und er sich nicht irren kann, so muß der Winkelhebel J K vor der Coulisse liegen wie in Fig. 226, auch dann greift die Vorwärtsstange an, wenn die Zugstange nach vorn gelegt wird, weil nun die Coulisse sich hebt. Letztere kann auch hier in der Mitte (Fig. 227) oder unten (Fig. 226) aufgehangen werden. Bei offenen Stangen fanden wir, daß die untere Aufhängung für den Rückwärtsgang die

günstigere Dampfvertheilung ergiebt; die gekreuzten Stangen bewirken dies bei derselben Aufhängung für den Vorwärtsgang; der untere Punkt bewegt sich auch hier in dem Bogenstücke x x, wird aber abweichend wie bei offenen Stangen

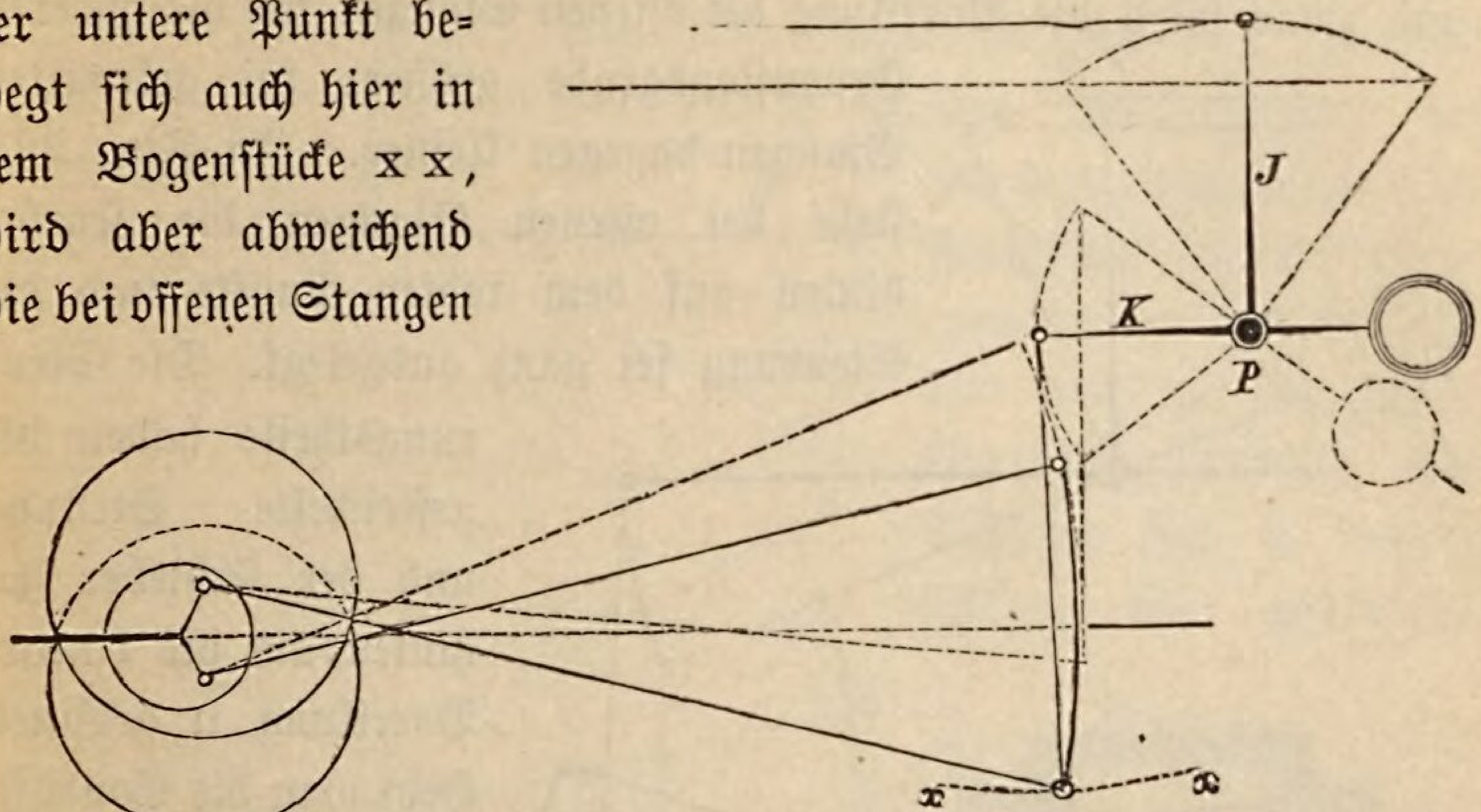



Fig. 226.

von der Vorwärtsstange geführt. Dieser Umstand spricht günstig für die Anwendung von gekreuzten Stangen. Der Drehpunkt des

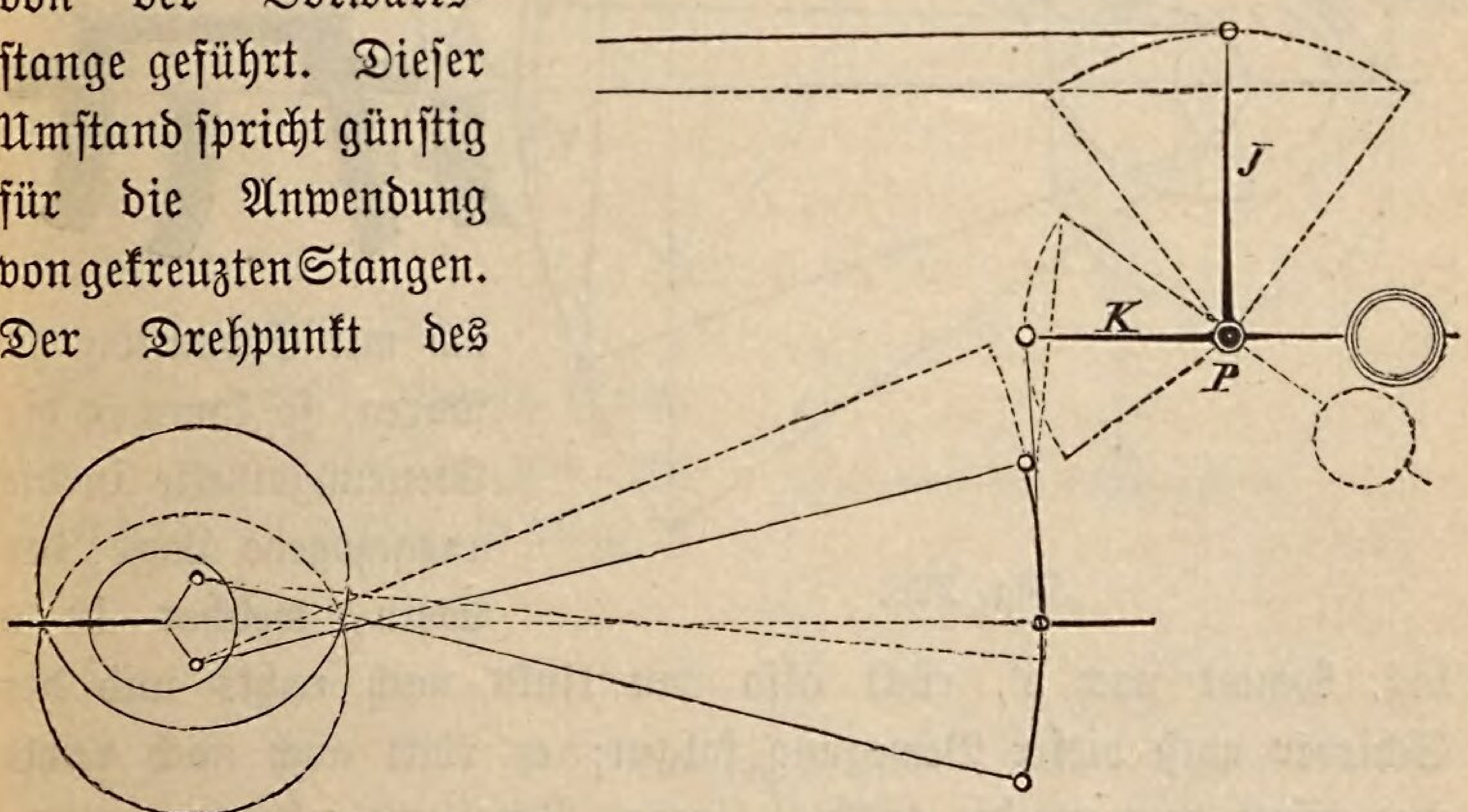



Fig. 227.

Winkelhebels J K liegt in Fig. 226 und 227 vor der Coulisse, welches falsch ist und einen ungünstigen Einfluß auf die Dampfvertheilung hat; man legt deshalb, wenn es geht, die Winkelhebel (die Steurungswelle) unter die Coulisse und nach hinten.

Die Stephenson'sche Steurung hat die Eigenthümlichkeit, daß die Voreilung bei den verschiedenen Expansionsgraden sich ändert und zwar wird die Voreilung bei offenen Stangen für die höheren Expansionsgrade größer, bei gekreuzten Stangen dagegen kleiner. In Fig. 228 stehe bei offenen Stangen die Kurbel hinten auf dem todten Punkte und die Steurung sei ganz ausgelegt. Die Steurungstheile haben die gestrichelte Stellung und der Schieber hat hinten um die lineare Voreilung u geöffnet. Hebt man die Coulisse, um mit Expansion zu fahren, so kommen die Steurungstheile in die ausgezogene Lage; der Stein, welcher in s lag, kommt nach s', rückt also von links nach rechts und der Schieber muß dieser Bewegung folgen; er rückt auch nach rechts und öffnet nun um die größere lineare Voreilung u'.

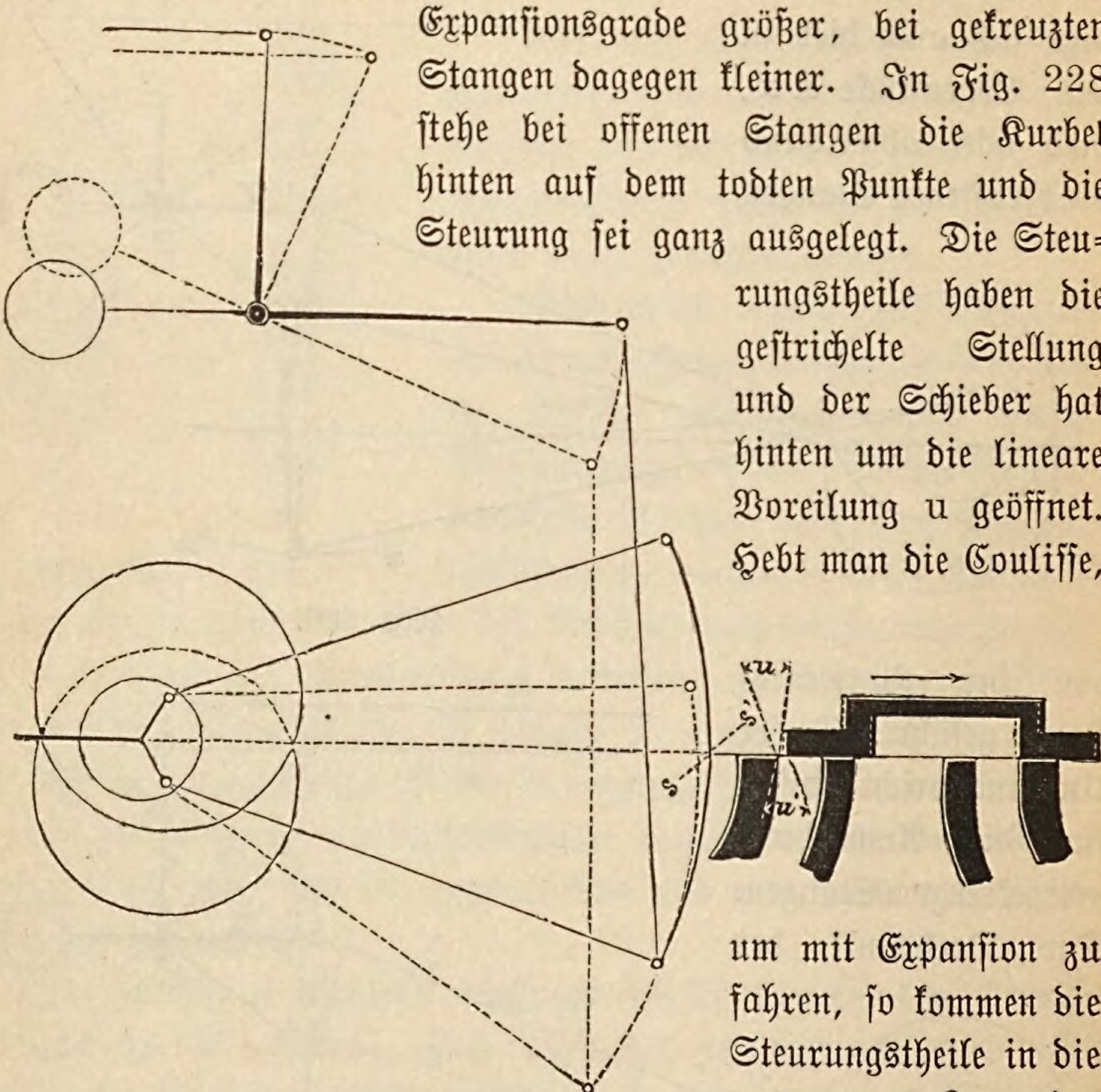


Fig. 228.

Steht (Fig. 229) die Kurbel vorn auf dem todten Punkte (offene Stangen), so hat der Schieber bei ausgelegter Steurung vorn um die lineare Voreilung u geöffnet; wird jetzt die Coulisse gehoben, so kommt der Stein wieder von s nach s', rückt aber nun von rechts nach links und die Voreilung wächst rechts von u auf u'.

In Fig. 230 und 231 sind die Stangen gekreuzt, die Kurbel steht in Fig. 230 hinten, in Fig. 231 vorn auf dem todten Punkte. Der Schieber hat bei der ausgelegten (gestrichelten) Lage der Steuerung hinten und in Fig. 231 vorn um die lineare Voreilung geöffnet. Der Schieber hat in beiden Fällen die gestrichelte

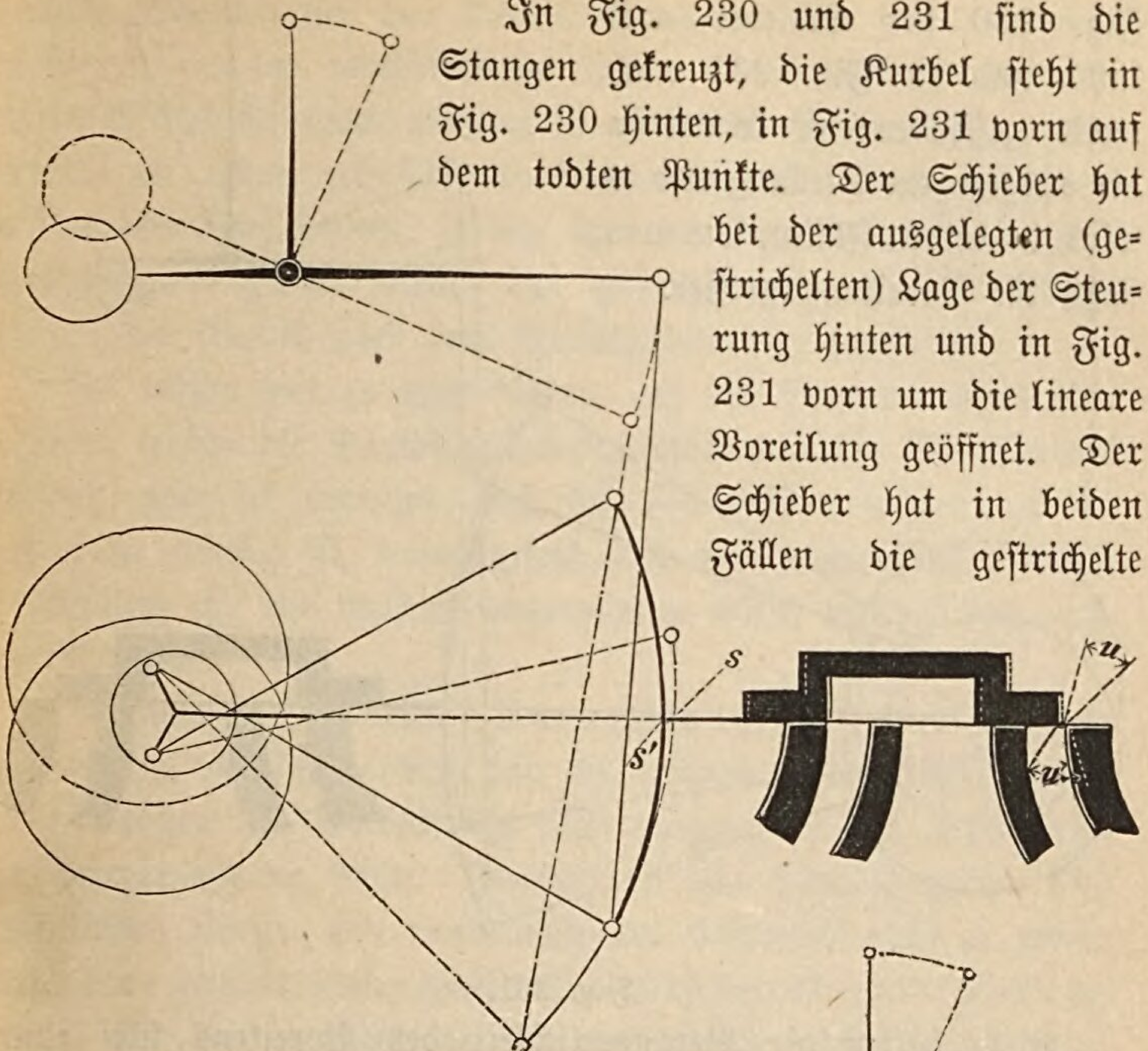



Fig. 229.

Stellung. Hebt man in beiden Fällen die Coulisse, um mit Expansion zu fahren, so wird in

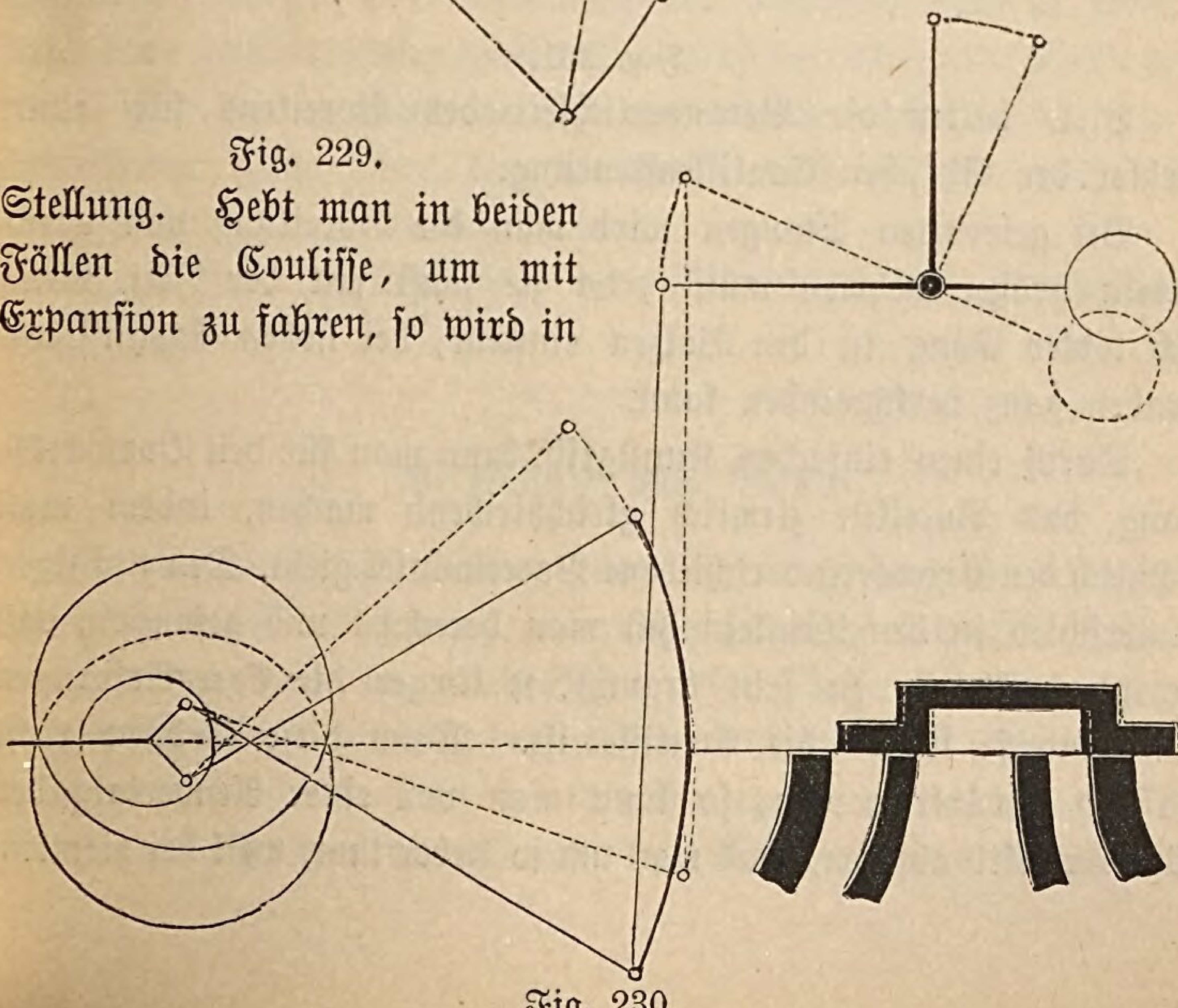


Fig. 230.

Fig. 230 der Schieber nach links und in Fig. 231 nach rechts geschoben; er kommt in die ausgezogene Stellung und es wird in beiden Fällen, wie man sieht, die Voreilung größer.

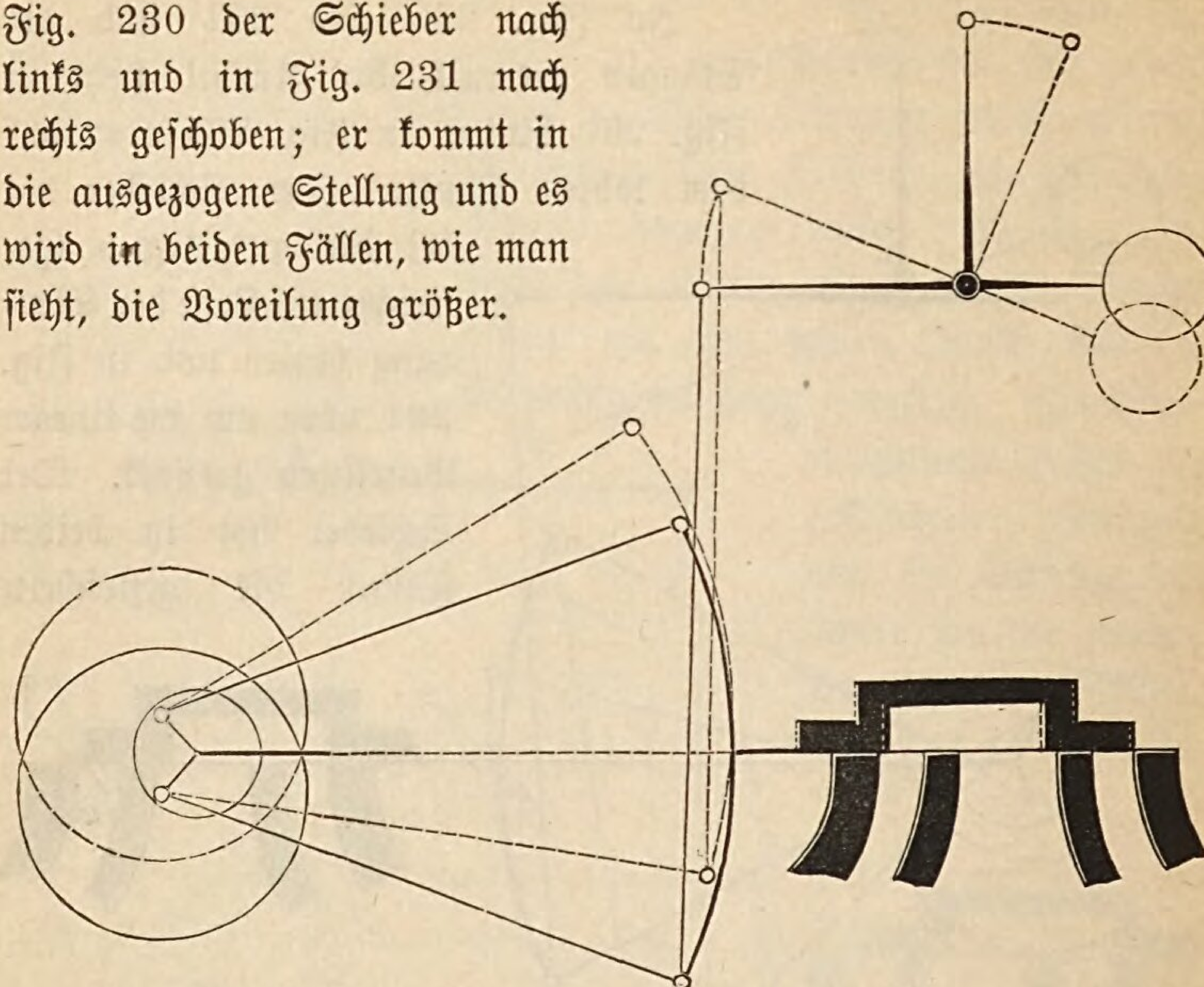


Fig. 231.

Viele halten die Veränderlichkeit des Voreilens für einen Fehler der St.'schen Coulissensteuerung.

Bei gekreuzten Stangen wird man die Voreilung von vornherein größer nehmen müssen, da sie sonst mit der Zeit, wenn sich todter Gang in den Bolzen einstellt, bei hohen Expansionsgraden ganz verschwinden kann.

Durch einen einfachen Kunstgriff kann man für den Vorwärtsgang das Voreilen ziemlich gleichbleibend machen, indem man nämlich den Excentern verschiedene Voreilwinkel giebt. Den nöthigen Unterschied in den Winkeln hat man berechnet und gefunden, daß er um so kleiner zu sein braucht, je länger die Excenterstangen sind und je kürzer die Coulisse ist. Wenn diese Größen recht passend gewählt werden, so kann man von einer Aenderung der Voreilwinkel absehen, was man um so lieber thut, weil bei ziemlich

gleichem Voreilen für den Vorwärtsgang dasselbe für den Rückwärtsgang um so veränderlicher wird. Will man jedoch von diesem Mittel Gebrauch machen, so wird bei offenen Stangen die Kurbel um einen gewissen berechneten Winkel zurück nach dem Rückwärtsexcenter gedreht, so daß also der Voreilwinkel des Vorwärtsexcenters größer wird. Bei gekreuzten Stangen ist es umgekehrt, die Kurbel wird dem Vorwärtsexcenter zugedreht.

Es würde hier zu weit führen, auf die Veränderungen einzugehen, welche die Dampfvertheilung durch ungleiche Voreilwinkel erleidet, nur sei erwähnt, daß die Compression früher eintritt, was nicht günstig ist, vorausgesetzt, daß die Compression wirklich so schädlich ist, wie vielfach angenommen wird, worauf wir noch zurückkommen.

Betrachten wir die bei den Locomotiven vorkommenden St.'schen Steuerungen, so finden wir, daß die rechnungsmäßig vorgeschriebenen Größen und Verhältnisse nicht eingehalten sind, weil dieses auf Schwierigkeiten stößt. Zunächst ist das Hängeeisen von sehr beschränkter Länge und wird auch der Endpunkt nicht in einem Kreisbogen geführt, dessen Halbmesser gleich der Länge der Excenterstange ist. Ferner liegt die Steurungswelle nicht in der vorgeschriebenen Höhe über der Treibachse und oft sind auch die Excenterstangen nicht bedeutend lang.

Es ist klar, daß dieserhalb diese Steurungen oft zu wünschen übrig lassen.

---

## 3. Steurung von Gooch.

Die allgemeine Einrichtung einer Steurung von Gooch zeigt Fig. 232. Die Couliſſe, welche, abweichend von der Stephenson'schen, ihre gewölbte Seite der Treibachse zukehrt, schwingt an dem festen Hängeeisen h und wird weder gehoben noch gesenkt. Der Stein wird gefaßt von der Schieberschubstange s und kann mittelst des zweiten Hängeeisens h' und des Winkelhebels J K in der

Couliſſe verlegt werden, ſo daß man die den verſchiedenen Expanſionsgraden entſprechenden Punkte der Couliſſe in Thätigkeit bringen kann. Auch hier bewirkt die eine Hälfte der Couliſſe den Vorwärts- und die andere Hälfte den Rückwärtsgang der Locomotive. Das Hängeeiſen h greift die Couliſſe in der Mitte an. Es hat ſich für die Dampfvertheilung als vortheilhaft gezeigt, wenn der Angriffspunkt t in der Mitte

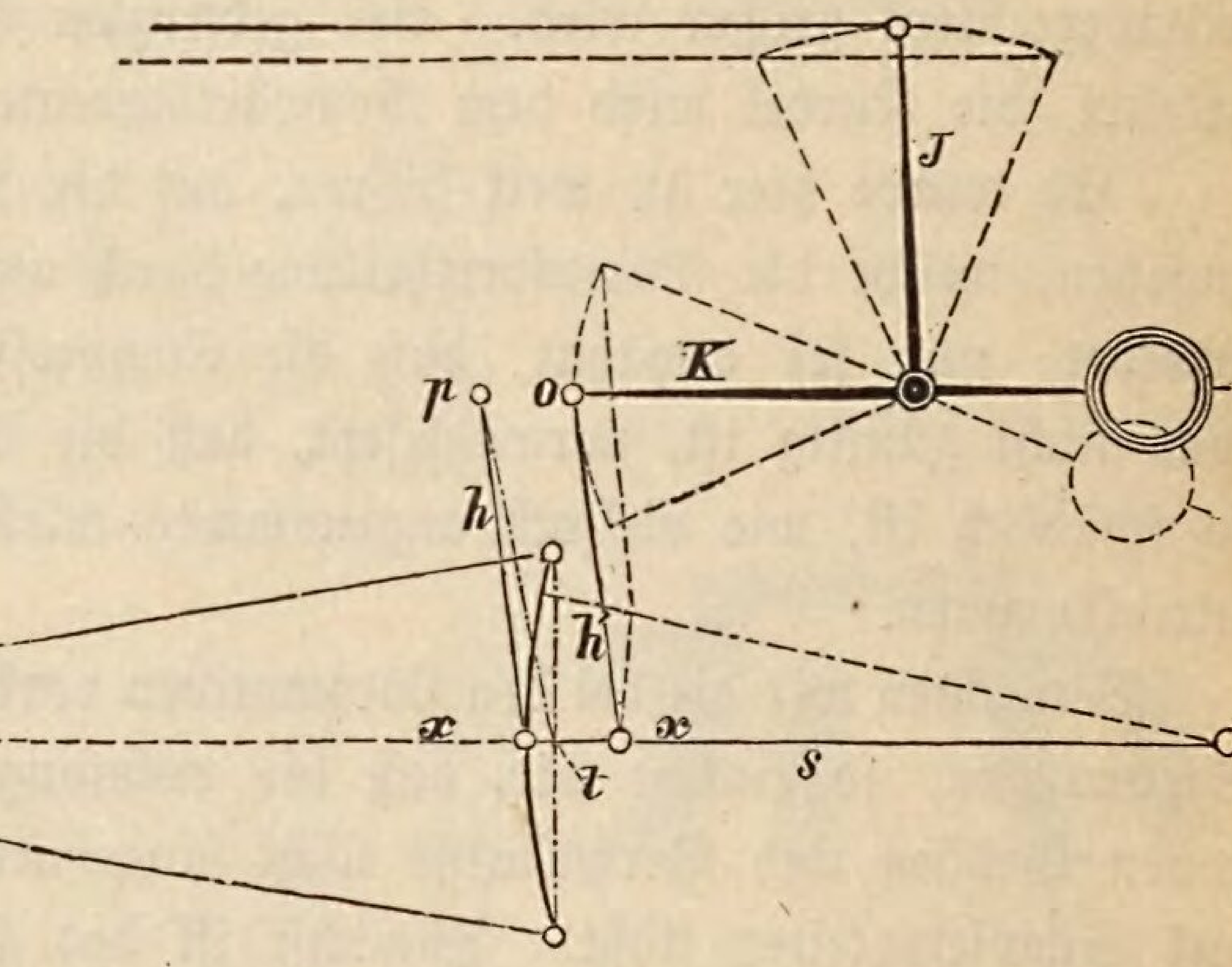



Fig. 232.

der Bogenſehne liegt und nicht hinter der Krümmung, wie man es noch findet, bei welcher Anordnung der Stein in der Couliſſe bedeutend ſtärker ſpringt. Für das Hängeeiſen gilt die Regel, es ſo lang zu machen, wie die ganze Anordnung es überhaupt erlaubt, damit die auf- und niederſteigende Bewegung der Couliſſe möglichſt klein wird, man alſo annehmen kann, die Couliſſe ſchwinge in der geraden Linie x x. Für die Lage des feſten Punktes p iſt folgendes Geſetz aufgefunden:

1. Der feſte Drehpunkt ſoll in einer Entfernung gleich der Excenterſtangenlänge weniger der Bogenhöhe der Couliſſe vom Wellenmittelpunkt liegen.

Dieſes vorausgeſetzt, ſteht das Hängeeiſen ſenkrecht, wenn der Schieber durch die Mitte geht. Auch für das Hängeeiſen h′ beobachtet man die Regel, es ſo lang wie möglich zu machen. Der obere Punkt o dieſes Hängeeiſens wird beim Verlegen der Steu-

rung in einem Kreisbogen geführt, für den die Rechnung vorschreibt:

2. Der Halbmesser dieses Kreises, also der Arm K der Steuerungswelle, soll so lang wie die Schieberschubstange sein und der Mittelpunkt des Kreises, also die Steuerungswelle soll so hoch über der Achse liegen, daß der Arm für den todten Punkt der Couliſſe parallel der Schieberstange steht.

Auch die Gooch'sche Steuerung muß den Schieber bei jedem Expansionsgrade um den Schwingungsmittelpunkt nach beiden Seiten gleichmäßig schwingen lassen; um dieses zu erreichen, ist die Regel zu befolgen:

3. Die Coulisse der Gooch'schen Steuerung muß nach einem Kreisbogen gekrümmt sein, dessen Halbmesser gleich der Länge der Schieberschubstange ist.

Die Steuerung von Gooch unterscheidet sich dadurch von der Stephenson'schen, daß bei ihr bei allen Expansionsgraden das Voreilen gleichbleibend ist; verlegt man nämlich die Schieberschubstange, so führt sich der Stein in der Coulisse, der Schieber bleibt aber unverrückt stehen. Man hat vielfach dieserhalb die Gooch'sche Steuerung für besser als die von Stephenson erklärt.

Da die Schieberschubstange zwischen Schieberkasten und Triebachse liegt, so wird diese weit vom Schieberkasten entfernt liegen müssen, so daß man die Gooch'sche Steuerung nur in seltenen Fällen wird anwenden können, wenn nicht die Excenterstangen sehr kurz werden sollen, was auch hier einen ungünstigen Einfluß auf die Dampfvertheilung hat.

Was die anderen Theile betrifft, so gelten dafür die Grundsätze der Steuerung von Stephenson; die Excenterstangen sind möglichst lang gegen die Excentricität zu nehmen, die Coulisse ist möglichst kurz zu machen.

Die Voreilwinkel sind bei dieser Steuerung immer gleich.

Diese Regeln gelten für offene und gekreuzte Stangen.

## 4. Steurung von Allan.

Da die Herstellung einer gekrümmten Couliſſe, wie die Steurungen von Stephenſon und Gooch ſie erfordern, früher bei dem Mangel an geeigneten Werkzeugmaſchinen ſchwierig war, ſo ging ſchon früh das Beſtreben dahin, die gekrümmte Couliſſe durch eine gerade zu erſetzen, und dieſes gelang Allan in England und gleichzeitig Trick in Deutſchland.

Die Allan'ſche Steurung iſt eine Vereinigung der beiden vorigen, es wird gleichzeitig die Couliſſe verlegt uud der Stein in derſelben verſchoben. Die Voreilwinkel ſind gleich und die Excenterſtangen faſſen die Couliſſe in der bekannten Weiſe. Auch hier ſind offene und gekreuzte Stangen zuläſſig.

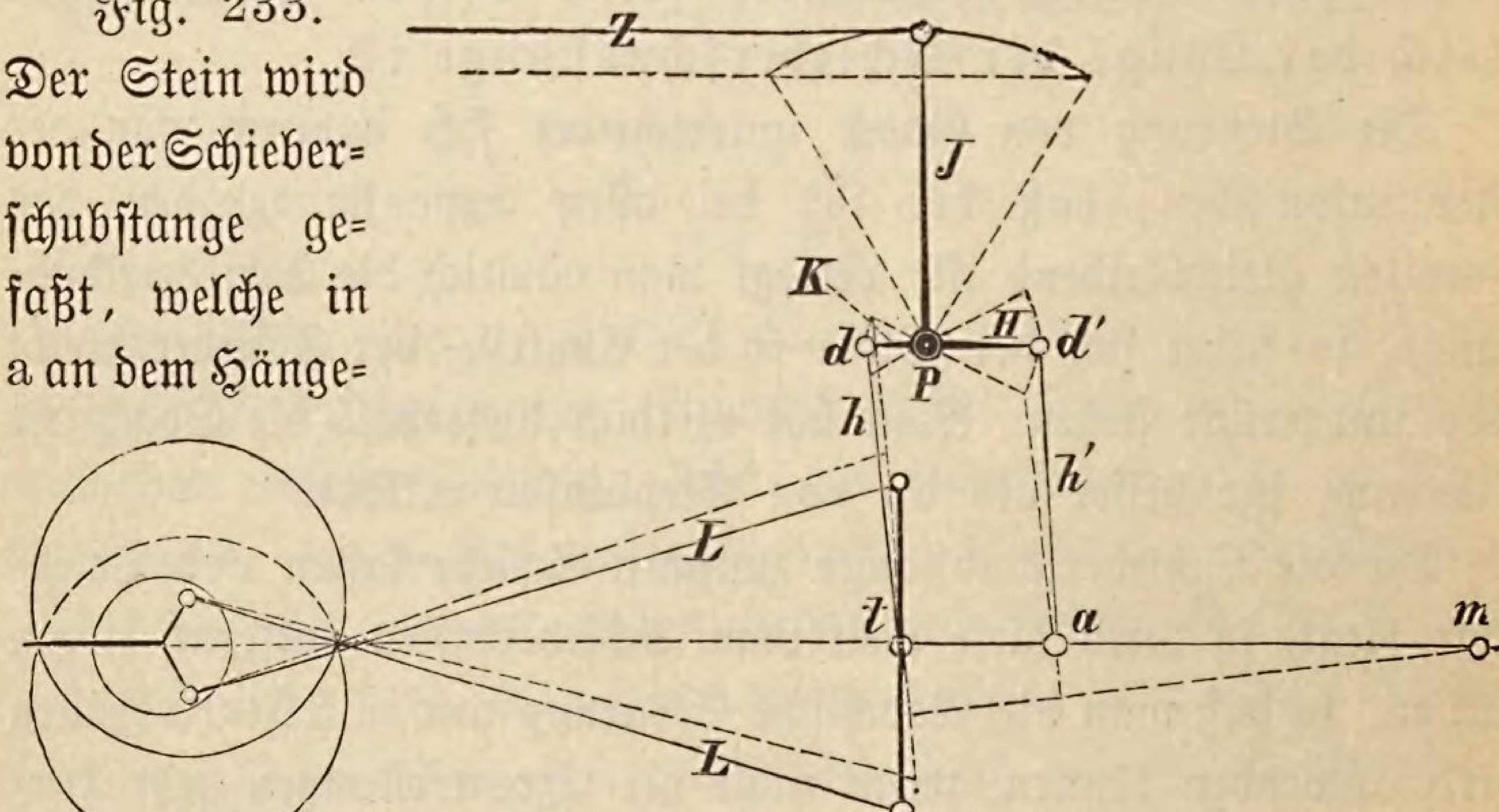



Fig. 233.

Fig. 233. Der Stein wird von der Schieberſchubſtange gefaßt, welche in a an dem Hängeeiſen h' hängt. Die Couliſſe iſt in der Mitte an dem Hängeeiſen h aufgehangen. Beide Hängeeiſen hängen oben an dem doppelarmigen Hebel H K, welcher um die feſtliegende Steurungswelle P drehbar iſt. Auf dieſer ſitzt der Arm J, welcher mit der Zugſtange Z verbunden iſt. Man ſieht, daß bei einer Hebung der Couliſſe der Stein ſinkt und umgekehrt.

Das Gesetz über das Größenverhältniß, in welchem die einzelnen Theile dieser Steuerung zu einander stehen müssen, läßt sich in Worten nicht so ausdrücken, wie dieses bei den anderen Steuerungen vielfach der Fall war, namentlich müssen wir darauf verzichten, das rechnungsmäßig vorgeschriebene Längenverhältniß der beiden Hebelarme K und H in Worten wiederzugeben, obwohl von diesem das richtige Arbeiten der Coulisse abhängt. Man macht die Hängestangen möglichst lang und die ganze Länge des Doppelhebels d d′ nicht länger als t a. Lange Excenterstangen sind auch hier zu empfehlen.

Wenn H gleich der Länge des Hebels d′P,
„ K „ „ „ „ „ dP,
„ L „ „ „ der Excenterstange,
„ l „ „ „ „ Schieberschubstange t m,
„ l′ „ „ „ „ Entfernung a m ist,
so ist folgendes Verhältniß von H : K vorgeschrieben:

$$\frac{H}{K} = \frac{l'}{L}\left(1 + \sqrt{1 + \frac{L}{l}}\right).$$

Die Allan'sche Coulisse arbeitet wie die von Stephenson; bei offenen Stangen wächst das Voreilen mit den Expansionsgraden, bei gekreuzten Stangen nimmt es ab, jedoch ist die Veränderlichkeit des Voreilens bei der Allan'schen Steuerung kleiner. Sie hat wie die Gooch'sche Steuerung den Nachtheil, daß die Schieberschubstange eine große Entfernung der Triebachse von dem Schieberkasten erfordert, wenn nicht die Excenterstangen ungünstig kurz werden sollen.

---

## 5. Steuerung von Heusinger von Waldegg.

Von den weiteren für Locomotiven zur Anwendung gekommenen Constructionen darf die von Heusinger v. Waldegg angegebene und in neuerer Zeit mehrfach zur Ausführung gelangte Steuerung nicht unerwähnt bleiben.

Heusinger bringt nur ein Excentric zur Anwendung und nimmt als Ersatz für das zweite Excentric die Bewegung des Kreuzkopfes zu Hülfe.

Die Anordnung geht aus Fig. 234 hervor. Wie aus derselben ersichtlich ist, setzt der Kreuzkopf mit Hülfe der Stange m n den Hebel n p, welcher in o seinen Drehpunkt hat, in eine schwingende Bewegung, welche sich bei p der Schieberstange mittheilt. Die Längen n o und o p sind dabei so bemessen, daß die Bewegung bei p und daher auch die des Schiebers gleich der doppelten äußeren Ueberdeckung des Schiebers, vermehrt um die doppelte Voreilung ausfallen würde, sofern der Drehpunkt eine unverrückbar feste Lage hätte. Das ist aber nicht der Fall, der Punkt o wird

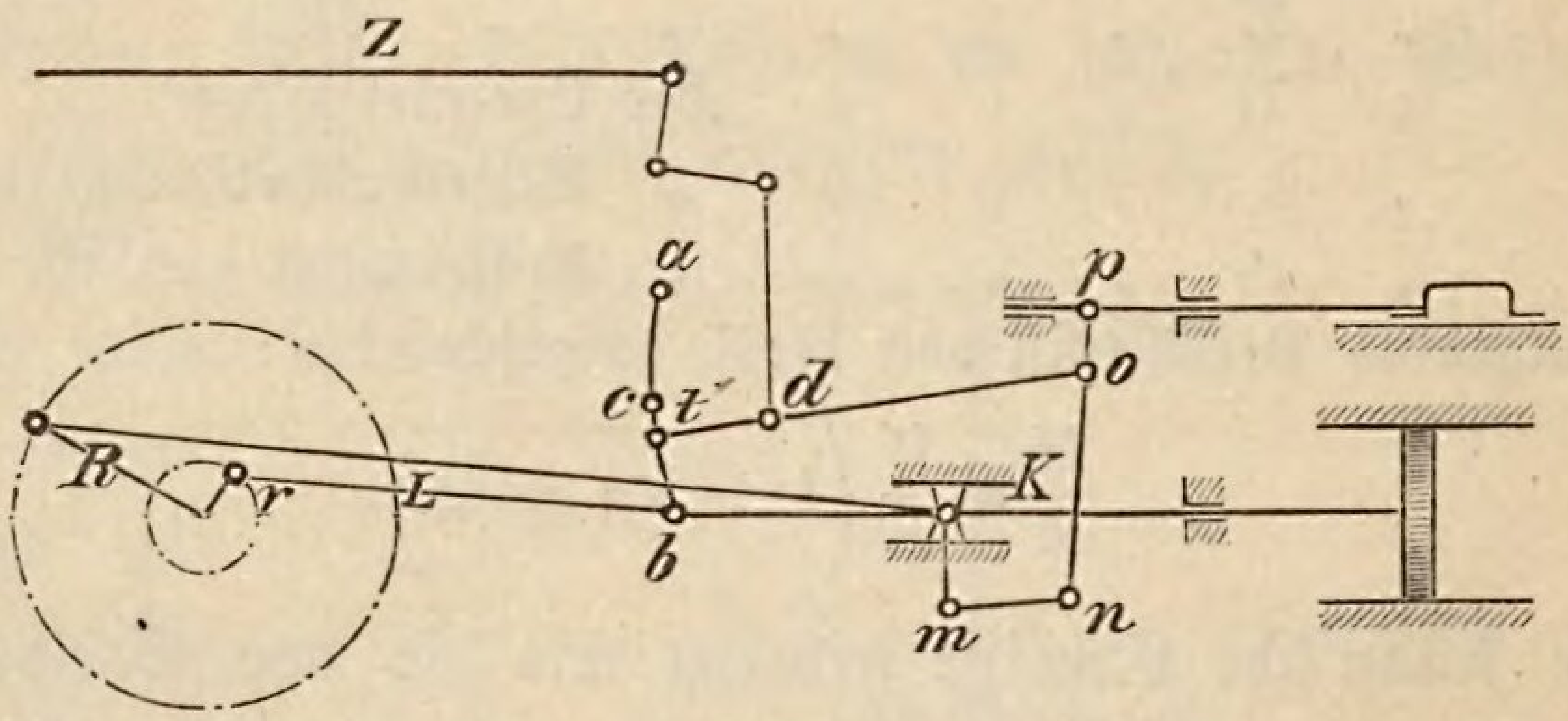



Fig. 234.

vielmehr durch die Stange o t hin- und hergeschoben, welche bei t durch den Stein mit der Couliſſe a b mit festem Drehpunkte c verbunden ist und vom Führerstande aus durch z in bekannter Weise in der Couliſſe auf- und abbewegt werden kann. Je nach der Stellung des Steins t zu der Couliſſe, welche letztere durch die Stange L von dem der Kurbel um 90 Grad vorauseilenden Excentric r in eine schwingende Bewegung gesetzt wird, vergrößert sich die Bewegung von o und damit auch der Schieberhub in mehr oder minderem Grade. Fällt der Stein t mit dem Schwingungspunkte c der Couliſſe zusammen, so verschwindet die Bewegung des Punktes o, die Steurung steht alsdann auf ihrem todten Punkte, während sie bei der Lage des Steins unterhalb von c vorwärts, und bei ihrer Lage oberhalb o rückwärts arbeitet.

Für Maschinen, welche vorzugsweise vorwärts fahren, verdient eine Anordnung des Excentrics, bei welcher dasselbe um 90 Grad hinter der Kurbel zurückbleibt, der dargestellten gegenüber den Vorzug. Für den Vorwärtsgang der Maschine befindet sich alsdann der Stein zwischen c und a in der Coulisse, was mindere Pressungen in dem Schwingungspunkte c der letzteren und demnach geringere Abnutzungen hierselbst zur Folge hat.

Die Heusinger'sche Steuerung arbeitet mit gleicher Voreilung.

---

## 6. Verhalten des Dampfes von seiner Bildung bis zum Austritt aus dem Blaserohr.

Bevor die Doppelschiebersteuerungen ganz kurz besprochen werden, wollen wir an dieser Stelle das Verhalten des Dampfes betrachten von seiner Bildung im Kessel an bis zum Austritte aus dem Exhaustor und untersuchen, in welchem Maße die Dampfleitung und die Steuerung dazu beitragen können, daß der Dampf die möglichst große Wirkung in den Cylindern hat.

Sobald der Regulator geöffnet wird, strömt ein Theil des Dampfes durch denselben und die Dampfeinströmungsröhren in die Schieberkasten, von hier tritt er durch die Schieberkanäle in die Dampfcylinder, treibt mittelst der Kolben die Locomotive und entweicht durch den Ausgangsregulator in den Schornstein, bei dieser Gelegenheit noch den nöthigen Zug für das Feuer hervorbringend.

Wir wollen den Dampf auf diesem Wege begleiten und untersuchen, wie er sich an den verschiedenen Stellen verhält.

Wenn durch den Regulator ein Theil des Dampfes abfließt, so wird der Druck über dem Wasser geringer, in Folge dessen dieses sich mit Dampfbläschen füllt und in Wallungen geräth. Wie nun auch die Dampfleitung eingerichtet sein mag, der Dampf

wird nie völlig trocken sein, sondern mehr oder weniger, im Durchschnitt 10%, Wasser mit sich führen, welches in den im Kessel und der Rauchkammer liegenden Dampfeinströmungsröhren nur theilweise wieder verdampft.

Der Querschnitt des Regulators soll, wie wir früher erwähnt haben, etwa 1/20 der Kolbenfläche sein, so daß bei einer Kolbengeschwindigkeit von 1,75—2,4 m in einer Sekunde der Dampf, selbst bei völlig geöffnetem Regulator, diesen schon mit der großen Geschwindigkeit von etwa 35—50 m durchströmen muß, wenn nur mit halber Füllung gefahren wird. Tritt der Dampf in den Schieberkasten, so giebt er diese große Geschwindigkeit wieder ab.

Auf seinem Wege von dem Regulator nach dem Schieberkasten erleidet der Dampf außer diesen plötzlichen Geschwindigkeitsänderungen noch mehrfache Richtungsveränderungen, auch reibt er sich an den Wänden der Zuleitungsröhren, in Folge dessen der Dampf im Schieberkasten mit einer Spannung ankommt, welche um 4—16% geringer ist als die im Kessel.

Vom Schieberkasten bis in den Cylinder erleidet der Dampf aus gleichen Ursachen wieder eine Druckverminderung, so daß er im Cylinder nur 75—90% von der Spannung im Kessel hat.

Da der Dampf in den Schieberkästen der innenliegenden Cylinder besser gegen Abkühlung geschützt ist als in den außenliegenden, mit der Wärme des Dampfes aber auch die Spannung fällt, so stellt sich bei Innencylindern der Procentsatz an Spannungsverlust günstiger und ist zugleich ersichtlich, wie sehr sich ein guter Schutz der Cylinder gegen Abkühlung empfiehlt.

Die Druckunterschiede im Kessel und im Cylinder wachsen mit der Kolbengeschwindigkeit, werden also um so größer, je rascher die Locomotive fährt und je weniger der Regulator dabei geöffnet ist. Bei einer Fahrgeschwindigkeit z. B., bei welcher sich die Dampfkolben mit etwa 2 m in der Sekunde bewegen und der Regulator um 1/4 geöffnet ist, beträgt der Dampfdruck im Cylinder nur etwa die Hälfte von dem im Kessel.

Diese durch Rechnung und Versuche festgestellten Thatsachen weisen den Führer darauf hin, daß er eine geringere Leistung der Locomotive nur durch einen höheren Expansionsgrad bei ganz geöffnetem Regulator zu erzielen bestrebt sein muß; erst dann, wenn noch bei etwa $^1/_4$ Füllung die Leistung der Maschine zu groß ist, muß er den Regulator etwas schließen.

Den Dampfeinströmungskanälen giebt man einen Querschnitt, welcher etwa $^1/_{16}$—$^1/_{12}$ des Cylinderquerschnittes beträgt. Die Länge macht man 50—75 mm geringer als den Cylinderdurchmesser und die Breite 5—10 mm größer als die größte Oeffnung des Schiebers.

**Admissionsperiode.** Es empfiehlt sich natürlich, dem Dampfe einen möglichst ungehinderten Zugang zu den Cylindern zu gestatten, die Oeffnungen der Schieber also so groß wie möglich zu machen; das konnte bei den betrachteten Steuerungen nur dadurch bewirkt werden, daß man den Schiebern ein gewisses Voreilen gab, auf welches wir noch zurückkommen.

Gegen Schluß der Admission wird der Dampfkanal nach und nach geschlossen, so daß durch die enger werdende Oeffnung der Dampf mit einer größeren Geschwindigkeit einströmen muß, in Folge dessen am Ende der Admission die Pressung im Cylinder kleiner ist als gegen die Mitte, wenn der Schieber den Kanal am weitesten geöffnet hat; außerdem ist sie deshalb auch kleiner, weil der Kolben hier seine größte Geschwindigkeit hat, also dem Cylinder am meisten Dampf zugeführt werden muß, wenn der Schieber bald schließt.

Um diesen Uebelständen zu begegnen, macht man die Dampfkanäle bei Steuerungen mit einem Schieber möglichst lang und giebt neuerdings den Schiebern eine in Fig. 239 und 240 gezeichnete Einrichtung, wodurch man doppelte Einströmungsöffnungen erhält.

**Expansionsperiode.** Bei Steuerungen mit einem Schieber erreicht man die Expansion durch Verkürzung des Schieberhubes.

Ist bei ganzer Füllung der Hub so groß, daß der Kanal fast ganz frei wird, so wird diese Oeffnung bei höheren Expansionsgraden immer kleiner und damit die Dampfspannung immer niedriger. Man nahm lange Zeit an, die Wärme des Dampfes bleibe während der Expansion die gleiche; bei dieser Annahme wird in demselben Maße die Spannung des Dampfes (also die Wirkung) kleiner, als der Rauminhalt des eingeschlossenen Dampfes zunimmt.

Nach neueren Untersuchungen nimmt die Wärme des Dampfes im Cylinder mit der Spannung zugleich ab und condensirt sogar ein Theil des Dampfes während der Expansionsperiode. Bei der später zu betrachtenden Compressionsperiode wird der Dampf überhitzt und dadurch ein Theil des im Cylinder vorhandenen Wassers verdampft.

Für den Zweck unseres Buches ist die erste Annahme hinreichend genau, jedenfalls ist sie die einfachere. Nach derselben nimmt also die Spannung einer eingeschlossenen Dampfmenge in demselben Verhältnisse ab, wie dessen Rauminhalt zunimmt. Dehnt sich z. B. ein Kubikmeter Dampf von 12 kg Spannung auf 1 qcm auf zwei Kubikmeter aus, so nimmt die Spannung bis auf 6 kg auf 1 qcm ab; wird der Rauminhalt des Dampfes vier Kubikmeter, so beträgt die Spannung nur noch 3 kg auf 1 qcm. Um den Nutzen, welcher aus der Expansion gezogen wird, zu berechnen, denken wir uns den Cylinder z. B. in 4 gleiche Theile getheilt und nehmen an, es werde mit voller Füllung gefahren. Die ganze Wirkung des Dampfes ist gleich 4, wenn die Wirkung in einem Theile gleich 1 gesetzt wird. Sperren wir aber den Dampf ab, wenn der Kolben den vierten Theil seines Weges zurückgelegt hat, so ist für das erste Viertel, wie angegeben, die Wirkung gleich 1; fängt nun der Dampf an, sich auszudehnen, und der Kolben hat zwei Theile, also die Hälfte seines Weges, zurückgelegt, so hat sich die Dampfmenge von einem auf zwei Theile ausgedehnt, es beträgt also am Ende des zweiten Viertels

die Spannung und damit die Wirkung nur noch $^1/_2$; am Ende des dritten Viertels ist die Wirkung noch $^1/_3$, weil sich der Dampf von einem Theile auf drei Theile ausgedehnt hat; am Ende des Kolbenlaufes ist die Wirkung noch $^1/_4$, weil eine Ausdehnung von 1 : 4 vor sich gegangen ist.

Zählen wir die vier Wirkungen zusammen, so ergiebt sich:

| | |
|---|---|
| für den 1. Theil ist die Wirkung | = 1 |
| „ „ 2. „ „ „ „ | = $^1/_2$ |
| „ „ 3. „ „ „ „ | = $^1/_3$ |
| „ „ 4. „ „ „ „ | = $^1/_4$ |
| für den ganzen Kolbenlauf ist die Wirkung | = $2^1/_{12}$. |

Bei ganzer Füllung ist die Wirkung allerdings gleich 4, aber auch der Dampfverbrauch viermal so groß. Wenden wir dieselbe Dampfmenge an, und zwar einmal mit voller Füllung, dann auf 4 Hube mit je $^1/_4$ Füllung vertheilt, so ist die Wirkung im ersten Falle gleich 4, im zweiten Falle gleich $4 \times 2^1/_{12} = 8^1/_3$, also mehr als doppelt so groß.

Die Berechnung giebt ein noch günstigeres Ergebniß, wenn wir den Kolbenweg in mehr als vier gleiche Theile theilen, rechnerisch in so viele wie möglich, da wir immer nur die Wirkung am Ende eines weiteren Theiles in Betracht gezogen haben, wohingegen wir die mittlere Wirkung für denselben hätten in Betracht ziehen müssen. Setzt man die Wirkung einer bestimmten Dampfmenge bei voller Füllung gleich 1, so ergeben genaue Berechnungen für die verschiedenen Expansionsverhältnisse folgende Resultate:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Wirkung | bei | voller | Füllung | = 1 |
| „ | „ | $^1/_2$ | „ | = 1,68 |
| „ | „ | $^1/_3$ | „ | = 2,10 |
| „ | „ | $^1/_4$ | „ | = 2,28 |
| „ | „ | $^1/_5$ | „ | = 2,60 |
| „ | „ | $^1/_6$ | „ | = 2,76 |
| „ | „ | $^1/_7$ | „ | = 2,94 |
| „ | „ | $^1/_8$ | „ | = 3,12. |

Wenn auch aus dieser Zusammenstellung hervorgeht, daß die Wirkung des Dampfes um so vortheilhafter ist, je höhere Expansion man anwendet, so macht man die Füllung des Cylinders doch nicht gern kleiner als $^1/_4$. Hat man z. B. einen Dampfkessel mit 8,5 kg Dampfspannung auf 1 qcm (es ist voller Dampfdruck und nicht nur der Ueberdruck gemeint), so beträgt der wirksame Dampfdruck im Cylinder bei dem Anfange der Expansion etwa 75 % der Kesselspannung, also $^3/_4 \times 8{,}5$ kg $= 6{,}4$ kg; diese Spannung fällt bei $^1/_4$ Expansion auf 6,4 kg : 4, also auf 1,6 kg oder etwa $1^1/_2$ Atm. Der Dampf von dieser Pressung entweicht durch den Exhaustor in den Schornstein und bringt dadurch den für die Feurung nöthigen Luftzug hervor; um diesen zu erzeugen, muß der Druck im Exhaustor etwa $1^1/_2$ Atm. Ueberdruck betragen, und entspricht dieser Druck bei den gebräuchlichen Abmessungen des Exhaustors obiger Endpressung des Dampfes im Cylinder.

**Compressionsperiode.** Die bis jetzt behandelten Schiebersteuerungen ergaben, daß der Kanal, aus welchem der gebrauchte Dampf entweicht, schon früher geschlossen wird, als der Kolben seinen Weg zurückgelegt hat, und daß der dann eingeschlossene Dampf, welcher die Spannung des Dampfes im Exhaustor, also etwa $1^1/_2$ Atm. hat, zusammengedrückt wird. Es ist eine Eigenthümlichkeit der Steuerungen mit einem Schieber, daß man nicht einseitig die Expansion und die Compression ändern kann, sondern daß beide sich in der Weise bedingen, daß mit der höheren Expansion auch die Compression zunimmt. Es ist das offenbar ein Fehler dieser Steuerungen, da man es nicht in der Hand hat, beide Perioden unabhängig von einander vortheilhaft anzuordnen.

Es soll hier die Compressionsperiode näher betrachtet und der Nutzen und Schaden, sowie die vortheilhafteste Dauer derselben untersucht werden.

Wir nehmen wie oben an, daß während der Compression weder Wasser verdampft, noch Dampf condensirt wird, sondern daß die Dampfspannung in demselben Verhältnisse wächst, wie der Raum-

inhalt des eingeschlossenen Dampfes abnimmt. Den Anfang der Compressionsperiode hat man, wie bei der Expansion, etwas vor den Zeitpunkt zu verlegen, wo der Dampfkanal wirklich geschlossen wird, da durch die zuletzt sehr eng werdende Oeffnung der Dampf nur unvollkommen entweichen kann. Den Dampfkanal macht man (wie schon angegeben) etwa 5—10 mm breiter als die größte Schieberöffnung beträgt, und zwar deshalb, um dem weniger gespannten austretenden Dampfe eine recht große Ausströmungsöffnung darzubieten.

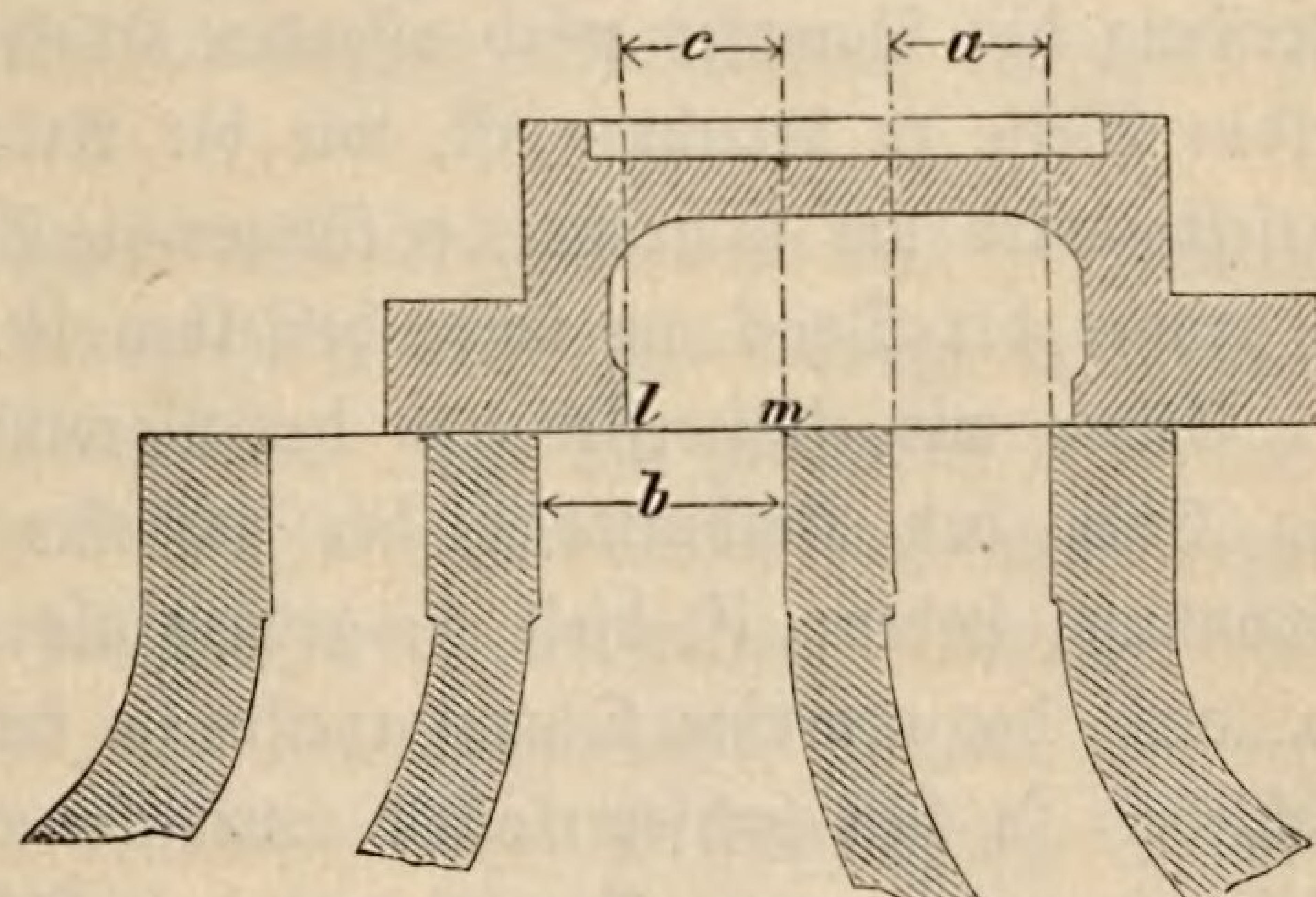


Fig. 235.

Es mag an dieser Stelle eine empfehlenswerthe Art zur Bestimmung der Breite des Dampfaustrittskanals angegeben werden, welcher oft unnöthig groß angeordnet ist. Steht in Fig. 235 der Schieber auf seinem größten Hube, so ist es offenbar genügend, die einzelnen Abmessungen so zu bestimmen, daß die Oeffnung l m = c gleich der Weite des Dampfeintrittskanals a wird. Sämmtlicher Dampf, der in diesem Augenblicke die Oeffnung l m durchströmen muß, mußte vorher durch den engen Einströmungskanal; fand er hier hinreichenden Querschnitt, so muß derselbe auch bei l m genügen, und es ist unnöthig und schädlich, hier die Oeffnung größer zu machen, weil mit der größeren Oeffnung b der Schieber und damit die Reibung größer wird.

Der zusammengepreßte Dampf bleibt in dem sog. schädlichen Raume hinter dem Kolben, welcher aus dem Zwischenraume zwischen Cylinderdeckel und Kolben, wenn dieser auf dem todten Punkte steht, und aus dem Inhalte eines Dampfeinströmungskanales besteht.

Der Spielraum zwischen Kolben und Cylinderdeckel beträgt etwa 13 mm; der Querschnitt des Dampfkanales mag bei unserer Betrachtung 1/16 des Cylinderquerschnittes, seine Länge 416 mm und der Kolbenhub 624 mm betragen. Berechnen wir die Länge eines Cylinders, welcher denselben Inhalt wie der Dampfkanal und den Durchmesser des Dampfcylinders hat, so erhalten wir für dieselbe eine Größe von 26 mm. Es beträgt also für unseren Fall die Länge des sog. schädlichen Raumes, in welchem der Dampf zusammengepreßt werden muß, 13 mm + 26 mm = 39 mm. Zur Pressung des Dampfes wird offenbar Kraft gebraucht, die in derselben Weise zu berechnen ist, wie die Arbeit bei der Expansion; dieselbe wird um so größer, je länger die Compressionsperiode und je größer der Druck am Ende derselben ist.

Sehen wir einstweilen von der Voreinströmung ab, so wird am Ende des Kolbenhubes der gepreßte Dampf seine stärkste Spannung haben; ist diese 1) größer als die im Schieberkasten, so wird der gepreßte Dampf theilweise durch den jetzt öffnenden Schieber in den Schieberkasten entweichen; ist sie 2) kleiner als diese, so wird neuer Dampf aus dem Schieberkasten zuströmen; ist sie 3) gleich, so wird Beides nicht der Fall sein, es wird der Verbrauch an Kesseldampf gerade so groß sein, als ob überhaupt kein schädlicher Raum vorhanden sei.

Liegt der erste Fall vor, so wird der in den Schieberkasten entweichende Dampf die Spannung in demselben nicht merklich erhöhen, da seine Menge gegen die im Schieberkasten zu gering ist: die zur Compression aufgewandte Arbeit geht also verloren, abgesehen davon, daß der zu stark gepreßte Dampf auf die Dichtungen und Stopfbüchsen einen schädlichen Einfluß hat.

Bei dem zweiten Falle, daß der Druck des gepreßten Dampfes geringer als der im Schieberkasten ist, dient ein Theil des Kesseldampfes dazu, den nöthigen Druck im todten Raume herzustellen: dieser Dampf hat bei der ersten, der Admissionsperiode, gar keinen Nutzen, er wird erst bei der Expansionsperiode wieder ausgenutzt.

Treibt man die Expansion so weit, daß der expandirte Dampf nur die Spannung wie im Exhaustor hat und richtet die Compression so ein, daß der gepreßte Dampf dieselbe Spannung wie bei der Admissionsperiode hat, so wird die Maschine gerade so arbeiten, als ob überhaupt kein schädlicher Raum und keine Compression vorhanden wäre; es liegt dann der dritte Fall vor: ein Theil des Dampfes wird beim Hingange des Kolbens gepreßt, die dadurch aufgewandte Arbeit wird aber genau beim Hergange des Kolbens wieder abgegeben, und der gepreßte Dampf fängt sofort mit der richtigen Spannung an, den Kolben rückwärts zu treiben.

Bei dem vorhin angegebenen Beispiele, wo mit $^1/_4$ Füllung gearbeitet wurde, war bis zu $1^1/_2$ Atm. Druck (nicht Ueberdruck) expandirt. Auch die Compression läßt sich gleichfalls durch eine richtige Wahl der inneren Schieberüberdeckung und durch angemessene Größe des schädlichen Raumes bestimmen. Soll die eingeschlossene Dampfmenge nach der Compression 6 Atm. (wie der Dampf im Schieberkasten) haben, wenn die Spannung bei dem Beginne der Compression $1^1/_2$ Atm. beträgt und die Länge des schädlichen Raumes ist 39 mm, so muß die Compression beginnen, wenn der Dampf einen Rauminhalt hat, welcher 4 mal größer als der schädliche Raum ist, oder mit anderen Worten, sie muß dann beginnen, wenn der Kolben noch 117 mm seines Weges zurückzulegen hat. Beginnt die Compression früher, so wird am Ende des Kolbenhubes die Spannung des gepreßten Dampfes größer als 6 Atm., also schädliche Compressionsarbeit verrichtet sein. Dem Fehler könnte durch Vergrößerung des schädlichen Raumes abgeholfen werden.

Aus der Compression erwächst der noch sehr erhebliche Vortheil, daß ein sanfter Uebergang für die wechselnden Bewegungen des Kolbens vermittelt wird, der gepreßte Dampf bildet gleichsam eine federnde Puffervorrichtung, auf die der Kolben stößt und so harte Stöße im Kreuzkopfbolzen und den Krummzapfen verhindert und

auch nicht zuläßt, daß der neu zutretende Dampf eine stoßweise Wirkung ausübt.

Denken wir uns eine Steurung, bei welcher fast gar keine Compression stattfindet, so daß die Compressionsarbeit vernachlässigt werden kann, so muß der frische Kesseldampf bei Beginn der Admission den ganzen schädlichen Raum ausfüllen; es wird allerdings die Leistung der Maschine größer, als wenn die Compressionsarbeit nicht vernachlässigt werden kann: es ist aber auch der Dampfverbrauch erheblich größer. Da dieser mehrverbrauchte Dampf nur bei der Expansions-, nicht aber bei der Admissionsperiode zur Wirkung kommt, so wird er offenbar ungenügend ausgenutzt und folgt: eine Maschine arbeitet bei richtiger Compression, also dann, wenn der gepreßte Dampf dieselbe Spannung wie im Schieberkasten hat, vortheilhafter, als wenn keine Compression stattfindet.

**Voreilen des Schiebers.** Man giebt dem Dampfschieber ein bestimmtes Voreilen, damit er den Kanal schon geöffnet hat, wenn der Kolben noch auf dem todten Punkte steht. Der beabsichtigten Zwecke der Voreilung sind mehrere. Zunächst will man, wie schon angeführt, die Schieberöffnung vergrößern und dadurch dem Dampfe einen freieren Zugang in den Cylinder gestatten. Um in den todten Punkten die gewünschte Oeffnung, welche durchschnittlich 5 mm beträgt, zu haben, ist es nöthig, daß der Schieber schon früher anfängt zu öffnen, als der Kolben seinen ganzen Weg durchlaufen hat, und muß dieses Oeffnen um so früher eintreten, je größer das Voreilen sein soll, und je langsamer die Bewegung des Schiebers ist. Bei dieser früheren Oeffnung des Schiebers wird der Dampf schon eintreten (Voreinströmen), bevor der Kolben seinen Lauf vollendet hat, er wird während des betreffenden Theiles seiner Bewegung gegen einen Dampfdruck zu arbeiten haben, welcher der Spannung des Dampfes im Schieberkasten gleichkommt.

Es ist ersichtlich, daß dieses Voreinströmen des Dampfes auf die Größe der anzuwendenden Compression einen großen Einfluß hat; bei der Berechnung der Kolbenstellung, bei welcher der Dampf am vortheilhaftesten abzustellen ist, muß die Länge der Voreinströmung der Länge des todten Raumes zugerechnet werden.

Der Gegendampf wird, wie gesagt, um so früher eintreten, je langsamer die Bewegung des Schiebers ist; der Schieberhub wird um so kleiner, die Bewegung des Schiebers also um so langsamer, je höhere Expansionsgrade wir anwenden, es wird also auch bei höheren Expansionsgraden die Dauer der Voreinströmung des Dampfes größer als bei niederen Expansionsgraden.

Es ist nun ein zweiter Zweck des Voreilens der Schieber, schon vorher so viel frischen Dampf zuzuführen, wenn die Compression nicht weit genug getrieben sein sollte, daß der Kolben in den todten Punkten, also bei dem Beginne der neuen Bewegung, schon Dampf von genügender Spannung vorfindet. Verlängert man bei höherer Expansion die Dauer des Voreinströmens des Dampfes, so genügt zur Erreichung des Zweckes eine kleinere Oeffnung, und ist es deshalb begründet, bei hoher Expansion das Voreilen kleiner zu machen als bei niederer Expansion.

Es ist ferner die größte Oeffnung des Schiebers bei hoher Expansion kleiner, und liegt es deshalb nahe, bei kleinerer Oeffnung auch kleinere Voreilung anzuwenden.

Mit der höheren Expansion tritt eine stärkere Compression ein, der voreinströmende Dampf findet daher den auszufüllenden Raum schon mit Dampf von fast genügender Pressung gefüllt vor, die Oeffnung braucht daher nur klein zu sein, durch welche der frische Dampf einströmt, um diese Pressung auf das gewünschte Maß zu erhöhen.

Wir wollen schließlich noch einen praktischen Grund anführen, welcher nicht nur ein Voreilen des Schiebers überhaupt, sondern es auch wünschenswerth macht, daß dieses Voreilen um so größer

werde, je geringer der Expansionsgrad ist, mit welchem die Maschine arbeitet.

So genau auch eine Steuerung ausgeführt ist, man wird immer finden, daß der Schieber um ein geringes verschoben werden kann, ohne daß die Triebachse gedreht wird. Sämmtliche mit einander arbeitende Theile können nicht ganz genau zu einander passend gemacht werden, da sie sich sonst bald warm laufen würden; hat die Maschine erst längere Zeit gearbeitet, so werden die Zwischenräume, der sogenannte todte Gang der Steuerung, immer größer und wird dadurch der Schieberhub immer kleiner, so daß ohne Voreinströmung des Dampfes bald ein schädliches Nacheinströmen eintreten würde.

Dieses Kleinerwerden des Schieberhubes durch den todten Gang der Steuerung tritt um so erheblicher auf, je kleiner der angewandte Expansionsgrad ist, beeinträchtigt also die Voreilung des Schiebers bei ausgelegter Steuerung am meisten.

## 7. Vergleichung der Steuerungen von Stephenson, Gooch und Allan.

Wenn der auf gleiches Voreilen der Schieber bei allen Expansionsgraden gelegte Werth unbegründet ist, ja wenn es sogar richtiger ist, das Voreilen bei den höheren Expansionsgraden abnehmen zu lassen, so wird, wenn sich bei der Vergleichung in Bezug auf die Ausführung nicht besondere Vortheile für die eine oder die andere Steuerung herausstellen sollten, die Steuerung von Stephenson mit gekreuzten Stangen am besten sein, da bei der von Allan die Abnahme des Voreilens bei den höheren Expansionsgraden so gering ist, daß sie ohne Bedenken vernachlässigt werden kann.

Unter sonst gleichen Verhältnissen haben gekreuzte Stangen vor offenen den früher schon hervorgehobenen Vortheil, daß sie rascher öffnen. Im Uebrigen ist, von diesem Umstande und ganz geringen Unterschieden in der Dampfvertheilung, die in der Praxis keinen Werth haben, abgesehen, die Dampfvertheilung bei den drei betrachteten Coulissensteurungen als gleich anzusehen. Bei der Steurung nach Stephenson wird, um die verschiedensten Expansionsgrade anzuwenden, die Coulisse gehoben oder gesenkt, bei der von Gooch eine eingeschaltete Stange zwischen Coulisse und Schieberstange, während die Coulisse fest bleibt; bei der nach Allan endlich werden beide Theile gleichzeitig und in entgegengesetztem Sinne bewegt.

Zur Hervorbringung dieser Bewegung sind bei allen drei Steurungen ein Steurungsbock nebst Händel, eine Zugstange nach dem Winkelhebel und eine Steurungswelle nöthig.

Wir nehmen ferner an, es sei auch, wie es bei gut ausgeführten Steurungen der Fall sein muß, eine besondere Führung, außer der durch die Stopfbüchsen, bei allen drei Steurungen angebracht. Vergleichen wir die übrigen Theile der Steurung mit einander, so finden wir, daß bei der Steurung von Stephenson nur Hängeeisen für die Coulisse nöthig sind, daß dagegen bei Gooch und Allan außer diesen noch besondere Hängeeisen zur Bewegung des Stückes zwischen Schieberstange und Coulisse angebracht werden müssen. Da die Angriffspunkte dieser letztgenannten Hängeeisen nicht in einer geraden Linie, sondern in einem Bogen schwingen, so geben sie, außerdem daß sie die Steurung vieltheiliger machen, zu neuen Fehlern Veranlassung.

Bei der Steurung von Stephenson muß die Coulisse mit den Excenterstangen gehoben oder gesenkt werden, bei der von Gooch nur das Stück zwischen Coulisse und Schieberstange nebst dem Steine, bei der von Allan werden beide Theile gleichzeitig, jedoch in entgegengesetztem Sinne bewegt; es ist aus dem Gewichte der zu bewegenden Theile erklärlich, daß das zur Ausgleichung anzu-

bringende Gegengewicht bei der Stephenson'schen Steurung am größten sein muß. Bei der Allan'schen ist ein solches Gegengewicht überhaupt nicht nöthig, da hier die Gewichte der zu bewegenden Theile sich gegenseitig ausgleichen.

Dieser Vortheil der letztgenannten Steurung gegen die beiden andern liegt auf der Hand, er ist jedoch nicht sehr erheblich, weil die Anbringung der Gegengewichte keine Schwierigkeit macht.

In einer anderen Beziehung hat die Steurung von Gooch Vortheile: die Coulisse bleibt fest liegen, wogegen dieselbe bei den beiden anderen gehoben wird, die der Stephenson'schen Steurung am meisten, und bedingt deshalb letztere Steurung die höchste Lage des Kessels, damit die Coulisse nicht unterstößt. Ist die Steurungswelle, wie meistens der Fall, über der Triebachse angebracht, so hat obige Erscheinung weiter keine Bedeutung, da dann der Winkelhebel mit dem Hängeeisen und nicht die Coulisse die Höhenlage des Kessels bedingt; hat man aber die Steurungswelle nach unten verlegen müssen, so kann durch die Höhenlage des Kessels die Wahl der Steurung bedingt werden.

Als man zuerst geschlossene Coulissen anwandte, verursachte die Herstellung der schwach gekrümmten Ausschnitte derselben für den Stein und auch das Nacharbeiten, wenn der Schlitz sich ausgeleiert hatte, manche Schwierigkeiten und hat wohl in diesen zuerst den Grund für die Anwendung der Allan'schen Steurung mit geraden Coulissen gelegen. Diese Schwierigkeiten kann man jetzt als beseitigt ansehen.

Ein größerer Nachtheil als der, daß das bewegliche Stück zwischen Coulisse und Schieberstange bei den Steurungen von Gooch und Allan den todten Gang vergrößert, ist der, daß es den verfügbaren Raum zwischen Triebachse und Schieberstange sehr verengt und damit die Excenterstange verkürzt. Wir haben die Nachtheile von kurzen Excenterstangen schon früher angegeben; dieselben treten noch erheblicher hervor, wenn die Mitte der Triebachse nicht mit der Mittellinie der Cylinder zusammenfällt, am stärksten,

wenn sie dabei nicht waagerecht liegt, wenn man also schräg liegende Cylinder anwendet.

Bei unseren Untersuchungen setzten wir voraus, daß die Mitte der Triebachse mit der Mittellinie der Cylinder zusammenfalle, und giebt es wohl kaum Locomotiven, wo dieser Grundsatz nicht beachtet ist. Der Cylinder sitzt nun fest an dem Rahmen, während bei den Achsen, um die Stöße und Ungleichheiten der Bahn auszugleichen, noch besondere Federn eingeschaltet sind. Diese Federn können sich nicht nur setzen und leicht falsch angespannt werden, sondern sie spielen auch während der Fahrt beständig, dadurch die Höhenlage der Achsen zu der der Cylinder ändernd. Ein durch eine um 26 mm unrichtige Höhenlage hervorgerufener Fehler beträgt bei einer Länge der Excenterstangen von 1,4 m etwa 5 mm für die Schieber, er wird um so größer, je kürzer die Excenterstangen sind.

Diese Fehler vergrößern sich mit der Entfernung der Angriffspunkte der Excenterstangen an den Coulissen, während die durch den todten Gang der Steurung bei den niederen Expansionsgraden entstehenden Fehler mit dieser Länge kleiner werden.

Die Betrachtung zeigt, daß man bei kurzen Excenterstangen mehr Grund hat als bei langen auch kurze Coulissen anzuwenden.

Daß die Steurung von Stephenson einfacher als die von Gooch und Allan ist, zeigt besser als alle Beschreibung ein Blick auf die Zeichnungen der Steurungen. Da sie bei gekreuzten Stangen am besten ist, so sollte man sie überall da anwenden, wo nicht besondere Verhältnisse die Wahl einer anderen Steurung wünschenswerth machen.

Wir wollen nicht unterlassen, am Schlusse der Vergleichung der Locomotivsteurungen von Stephenson, Gooch und Allan die Ergebnisse genauerer Rechnungen zu geben, welche von Herrn Geheimen Regierungsrath Professor Reuleaux angestellt und in der Zeitschrift der „Der Civilingenieur“, Jahrgang 1857, veröffentlicht sind.

Herr Reuleaux sagt bei seinen Schlußbetrachtungen über Coulissensteurungen in ihrer Anwendung auf Locomotiven:

1. Die Coulissen sind, einer viel verbreiteten Meinung entgegen, recht gut geeignet, die Expansion des Dampfes zu benutzen, indem sie bei den jetzt allgemein angewandten hohen Dampfspannungen der Locomotiven ganz gute Wirkungsgrade geben. Sie besitzen dabei die gute Eigenschaft, der Maschine mit veränderlicher Expansion bei minderem Kraftbedarf bis zu einem gewissen Punkte einen gesteigerten Wirkungsgrad zu geben.

2. Das Constanterhalten des linearen Voreilens bei Veränderung der Expansion ist höchst unwichtig, manchmal ist eine Veränderlichkeit des Voreilens noch besser, somit ist das vielbetriebene Aufsuchen von Steurungsmechanismen für constantes Voreilen nutzlos.

3. Die Coulissensteurungen besitzen nicht die ihnen gewöhnlich zugeschriebene Eigenschaft, in ihrem todten Punkte eine wirkungslose Dampfvertheilung zu geben, sondern sie hemmen oder fördern in jener Stellung den Gang der Maschine je nach den Dampfspannungen.

4. Die verschiedenen Arten der Coulissensteurungen unterscheiden sich hinsichtlich der Güte ihrer Dampfvertheilung so zu sagen gar nicht von einander, indem man bei gut gewählten Abmessungen für alle eine gleich gute Wirkung der Dampfvertheilung erhalten kann. Man kann deshalb von den verschiedenen Arten in jedem besonderen Falle diejenige wählen, die vermöge ihrer constructiven Ausführung gerade die passendste ist.

5. Die so vielfach für nachtheilig gehaltene Dampfeinsperrung oder Compression, welche die Coulissensteurungen hervorbringen, ist nicht schädlich, sondern hat bei gut gewählten Abmessungen noch

6. die gute Wirkung, den Dampfverlust, den sonst die schädlichen Räume herbeiführen, ganz zu verhüten.

7. Im Zusammenhange damit ist es manchmal gerathen, die schädlichen Räume größer zu machen als ihr kleinstes zulässiges Maß.

## 8. Steurungen mit besonderen Expansionsschiebern.

Die Locomotivsteurungen mit Doppelschiebern sind aus dem Bestreben hervorgegangen, einmal die Compression des Dampfes zu beseitigen und dann auch rasch große Einströmungsöffnungen zu bekommen.

Die bei Locomotiven am meisten vorkommenden Anordnungen bestehen entweder in zwei unmittelbar aufeinander- oder in zwei in übereinanderliegenden Schieberkasten arbeitenden Schiebern. Der untere Schieber ist der sog. Vertheilungsschieber; er arbeitet ebenso und wird ebenso bewegt wie der bei den betrachteten Steurungen von Stephenson 2c.; er unterscheidet sich von diesem nur durch die geringere äußere Ueberdeckung und dadurch, daß bei ihm nur die Endpunkte der Coulisse und nicht die den höheren Expansionsgraden entsprechenden Punkte der Coulisse benutzt werden. Die Steurung würde mit dem Grundschieber allein ebenso arbeiten wie eine Coulissensteurung mit einem Schieber, nur würden wegen der kleinen Ueberdeckung die Expansion und Compression gering sein.

Durch die Anwendung eines zweiten Schiebers, des Expansionsschiebers, wird die Dampfausströmung und damit die Compression nicht beeinflußt; dieser zweite Schieber hat nur die Aufgabe, entweder, je nach der Anordnung der Steurung, den Dampf von dem unteren Schieberkasten zu gewissen Zeiten abzuschließen, oder die durch den Grundschieber laufenden Dampfeinströmungskanäle abzuschließen.

Ohne auf die Einrichtung der verschiedenen Doppelschiebersteurungen näher eingehen zu wollen, soll hier nur bemerkt werden, daß die Bewegung des Expansionsschiebers durch eine zweite Coulisse erfolgt, welche um einen festen Drehpunkt schwingt und durch eine mit dem Rückwärtsexcenterringe verbundene Stange bewegt wird. Durch einen in der Expansionscoulisse verschiebbaren und mit der betreffenden Schieberstange verbundenen Stein kann die

Größe des Expansionsschieberhubes und damit die Größe der Expansion geregelt werden.

Die Steurung läßt nur für den Vorwärtsgang die Anwendung der verschiedenen Expansionsgrade zu, für den Rückwärtsgang arbeitet der Grundschieber allein und mit voller Füllung.

Bei der Vergleichung der Doppelschiebersteurung mit der mit nur einem Schieber, einer eigentlichen Coulissensteurung, fällt uns sofort die Vielgliedrigkeit der Steurung auf; wir haben gegen dort doppelte Schieber, Schieberstangen mit zugehörigen Stopfbüchsen, Coulissen, Steurungswellen und Händel mit Zugstangen. Die Vortheile sind sehr zweifelhaft. Das Fortfallen der Compression vergrößert allerdings die Leistung der Maschine, aber auch den Dampfverbrauch, wie wir gesehen haben; die doppelten Schieber geben doppelte Verluste durch Reibung, und die sehr vieltheilige Einrichtung giebt häufiger Veranlassung zu Schäden. Der einzige Vortheil der Doppelschieber besteht in dem rascheren Oeffnen der Dampfeinströmungskanäle, welches aber auch bei einem Schieber durch die Anordnung mit doppelten Einströmungsöffnungen zu erreichen ist. Wir kommen hierauf zurück.

Der Umstand, daß die Expansion bei Coulissensteurungen nicht gut weiter getrieben werden kann als bis zu 1/4 Füllung, fällt bei dem gebräuchlichen Dampfdrucke nicht sehr ins Gewicht; steigert man diesen jedoch, wie neuerdings geschieht, auf 10 bis 12 Atm., so hilft man sich in den einzelnen Fällen, wenn man bei 1/4 Füllung noch eine zu große Leistung der Maschine bekommt, passend dadurch, daß man den Regulator nicht ganz öffnet, also dem Schieberkasten schon expandirten Dampf zuführt. Tritt damit auch ein ungünstigerer Wirkungsgrad der Maschine ein, so genügt sie doch vollkommen für diese seltenen Fälle.

Bei Neubeschaffungen von Maschinen werden Doppelschieber nicht mehr vorgeschrieben, vielfach aber bei alten Locomotiven gegen einfache Schieber vertauscht.

# 9. Constructives.

Die Steuerungstheile liegen entweder zwischen den Rädern oder außerhalb derselben.

Die Excentrics sitzen auf der Treibachse, doch sind auch englische Maschinen bekannt, bei denen sie auf der Kuppelachse angebracht sind. Diese Anordnung erlaubt in manchen Fällen lange Excentricstangen, sie hat jedoch eine vollständige Dienstunfähigkeit der Locomotive bei schadhaften Kuppelstangen zur Folge.

Außerhalb der Räder liegende Steuerungen sind leichter zugänglich und lassen oft eine tiefere Lage des Kessels zu. Sie müssen stets dort angewandt werden, wo die Treibachse hinter der Feuerkiste liegt.

Als Nachtheile der außenliegenden Steuerungen den innenliegenden gegenüber sind anzuführen, daß sie bei Zusammenstößen leichter beschädigt werden, daß sie ferner die Zugänglichkeit des vorderen Theiles der Locomotive während der Fahrt behindern, weiter, daß die Anordnung im Allgemeinen vielgliedrig ausfällt, und vor allen Dingen, daß die durch die Schwankungen der Locomotive veranlaßten Lagen der Cylinder- und Triebachsmitten zu einander und die dadurch entstehenden Unrichtigkeiten in der Dampfvertheilung erheblich größer werden.

Liegt, wie dieses bei außenliegenden Steuerungen oft der Fall ist, die Mittellinie nicht waagerecht, so vergrößern sich die durch die Schwankungen veranlaßten Fehler noch sehr erheblich.

Es dürfte sich empfehlen, die Steuerung immer, wenn nicht zwingende Gründe es verhindern, zwischen die Räder zu legen und bei außerhalb der Räder liegender Steuerung dahin zu streben, daß die Mittellinie waagerecht liegt.

Um das Kapitel „Steuerungen“ nicht noch weiter auszudehnen, als schon geschehen ist, behandeln wir nur die zwischen den Rädern liegenden Steuerungen ausführlicher.

Außer dem Steurungsbocke mit dem Händel oder der Schraube und der Zugstange, sowie der Steurungswelle mit dem Hebel, an dem die Zugstange angreift, wiederholen sich die ganzen Theile der Steurung an beiden Seiten der Maschine. Jeder Cylinder bildet mit den zugehörigen Theilen, als Kolben, Kolben- und Pleuelstange, Kurbel in Gemeinschaft mit den Steurungstheilen, eine für sich thätige Dampfmaschine, welche zur Noth, unabhängig von der anderen, allein die Locomotive in Bewegung halten kann, wenn man der Kurbel beim Anfahren über den todten Punkt weghilft. Der Führer kann in die Lage kommen, wenn nämlich ein Cylinder arg schadhaft wird, wenn ein wesentlicher Theil, z. B. die Pleuelstange, ein Kurbelzapfen, eine Schieberstange oder dergl. gebrochen ist, die Steurungstheile an der einen Seite ausschalten zu müssen, durch den Schieber den Dampf vom Cylinder abzusperren (man sagt, die eine Seite lahm legen) und mit einem Cylinder die Fahrt fortzusetzen. Welche Maßregeln in jedem besonderen Falle zu treffen sind, darauf kommen wir noch zurück.

Die beiden Kurbeln einer Triebachse und die zugehörigen Excentrics sind um 90° gegen einander verstellt, so daß der eine Schieber auf der Mitte steht, wenn der andere am weitesten davon ist, ebenso wie bei dem höchsten Hube der einen Kurbel die andere auf dem todten Punkte steht.

Durch die Steurungswelle mit den zugehörigen gleich langen Hebeln werden die Steurungstheile an beiden Seiten gleichzeitig bewegt, so daß der Stein jeder Coulisse gegen diese um ein gleich großes Stück nach oben oder unten verrückt wird, in Folge dessen beide Cylinder nach derselben Richtung und mit der gleichen Füllung arbeiten*).

---

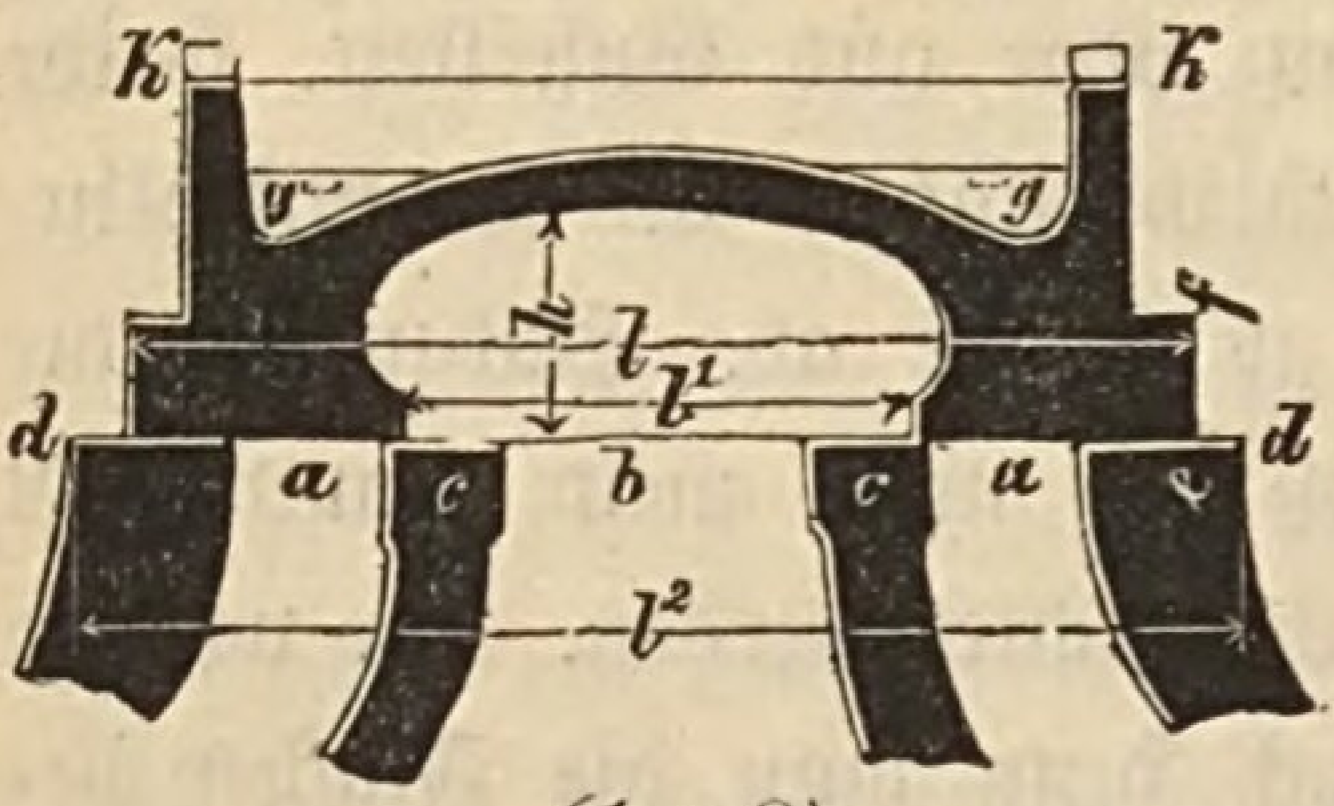
*) Die einzelnen Theile der Steurungen sind constructiv so verschieden, daß es hier zu weit führen würde, auch nur den größeren Theil der vorkommenden Constructionen zu besprechen; wir müssen uns darauf beschränken, die allgemein gebräuchlicheren vorzuführen.

Die gebräuchlichste Form eines Dampfschiebers zeigt Fig. 236 im Längendurchschnitte, in seiner mittleren Stellung zu den gleichfalls angegebenen Dampfkanälen. In Fig. 237 ist der Grundriß, in Fig. 238 der Querschnitt desselben Schiebers gezeichnet. Der Schieber besteht entweder aus Messing oder aus Gußeisen: beide Materialien arbeiten gut auf den Schieberflächen des Dampfcylinders von Gußeisen und nutzen nicht zu schnell ab. Haben sich die Flächen gegenseitig so abgenutzt, daß sie nicht mehr dampfdicht auf einander gleiten, so müssen sie abgerichtet werden. Sie werden mit Feile und Schaber bearbeitet, auch kann man die Flächen behobeln, wodurch der Schieber niedriger und auch die Entfernung der Cylindermitte bis zum Spiegel kleiner wird. Nach öfterem Abrichten muß der Schieber erneuert werden und stellt man die ursprüngliche Entfernung der Cylindermitte vom Schieberspiegel durch eine auf diesen geschraubte Platte wieder her, welche der geringeren Abnutzung wegen gewöhnlich aus Gußstahl ist. Da Gußstahl und Gußeisen schlecht auf einander arbeiten, so ist in einem solchen Falle stets ein Schieber von Messing oder Rothguß anzuwenden.

Mit Erfolg begegnet man der durch den in jüngster Zeit mehrfach gesteigerten Dampfdruck bedingten starken Abnutzung der Schieber zuweilen dadurch, daß man in den Schieberspiegel eine große Anzahl etwa 10 mm starke und 16—20 mm tiefe Löcher bohrt, welche mit Weißmetall ausgegossen werden. Um ein Herausfallen des Weißmetalles zu verhindern, werden die Löcher entweder mit Gewinde versehen oder sie werden, was billiger ist, nach unten mit Hülfe eines Nachbohrers, dessen Spitze excentrisch zu seiner Achse verstellt ist, erweitert.

Der Schieber wird durch den auf seine ganze Fläche wirkenden Dampfdruck gegen den Cylinderspiegel gedrückt, während er auf diesem mit einer viel kleineren Fläche ruht, und ist es ersichtlich, daß eine Abnutzung um so eher eintreten wird, je kleiner letztere ist. Es empfiehlt sich aus diesem Grunde, um die Haltbarkeit

der auf einander gleitenden Flächen zu erhöhen, bei Maschinen, welche mit hohem Dampfdrucke arbeiten, die Auflagerfläche des Schiebers nicht zu klein anzuordnen, den Schieberspiegel also breiter zu machen, als es der Dichtung wegen nöthig wäre.




(1 : 8)

Die Form des Schiebers ist aus den Fig. 236—238 ohne weitere Beschreibung ersichtlich. Die beiden Dampfeinströmungskanäle sind mit a, der Ausströmungskanal mit b und die Stege mit c bezeichnet. Die ganze Länge l des Schiebers ist gleich der Breite der Kanäle plus der Stege plus der doppelten äußeren Ueberdeckung. Ueber die Abmessungen der Dampfkanäle werden wir bei der Beschreibung des Cylinders das Nöthige sagen; die Größe der Ueberdeckung richtet sich nach dem beabsichtigten Grade der Expansion und nach der Größe und Stellung der Excentricität; sie schwankt meistens zwischen den Grenzen von 15 mm und 30 mm. Die innere Ueberdeckung ist in der Regel 1 mm bis 5 mm.

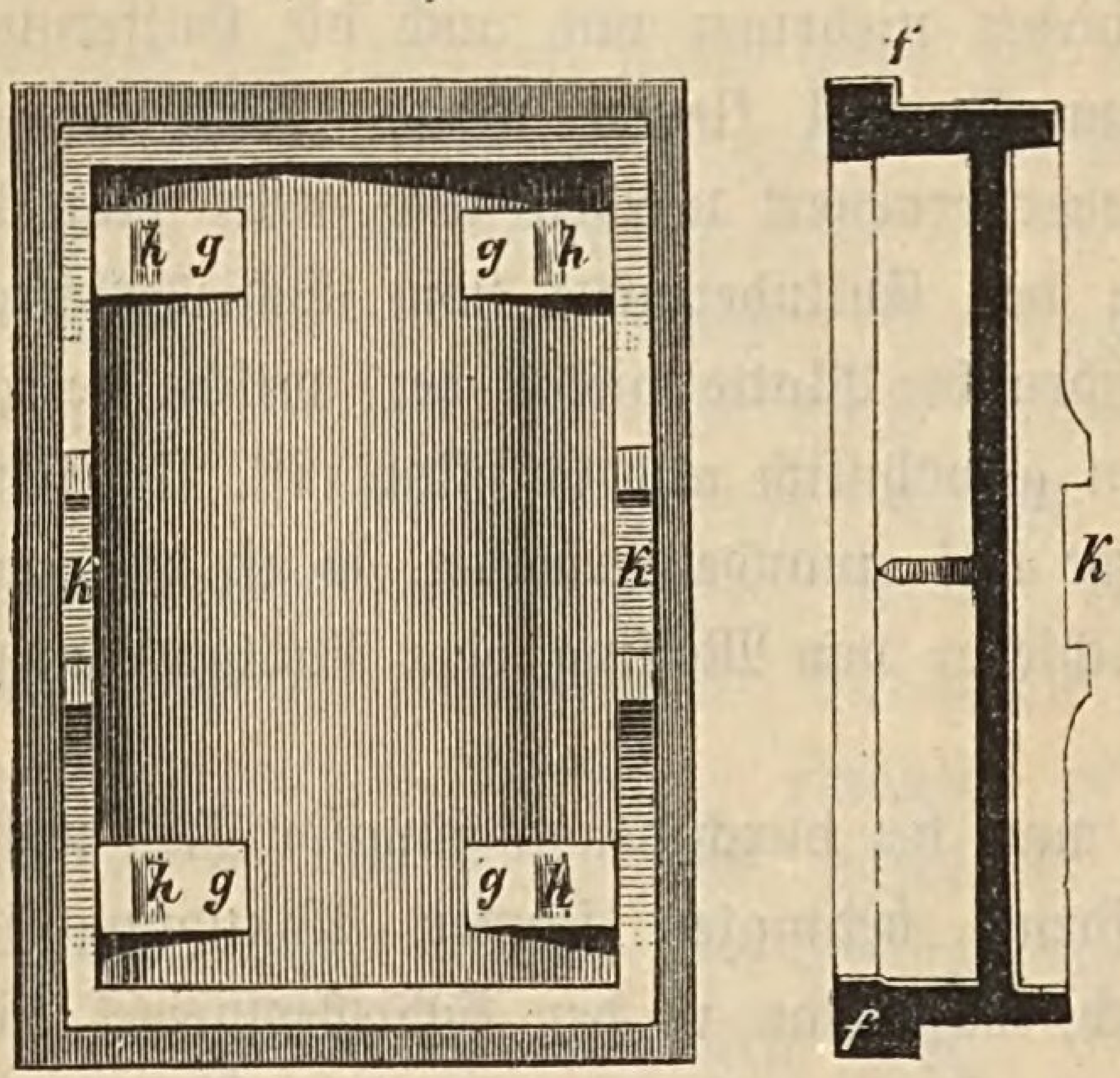



Fig. 236, 237 u. 238.

Die Länge $l^2$ der ganzen behobelten Fläche des Cylinders, des Schieberspiegels, darf man nur so groß machen, daß die äußeren Kanten des Schiebers bei dem kleinsten Hube, also wenn die Steurung in der Mitte liegt, noch über d hinausgreifen, weil sich sonst auf dem Spiegel mit der Zeit ein Ansatz bilden würde.

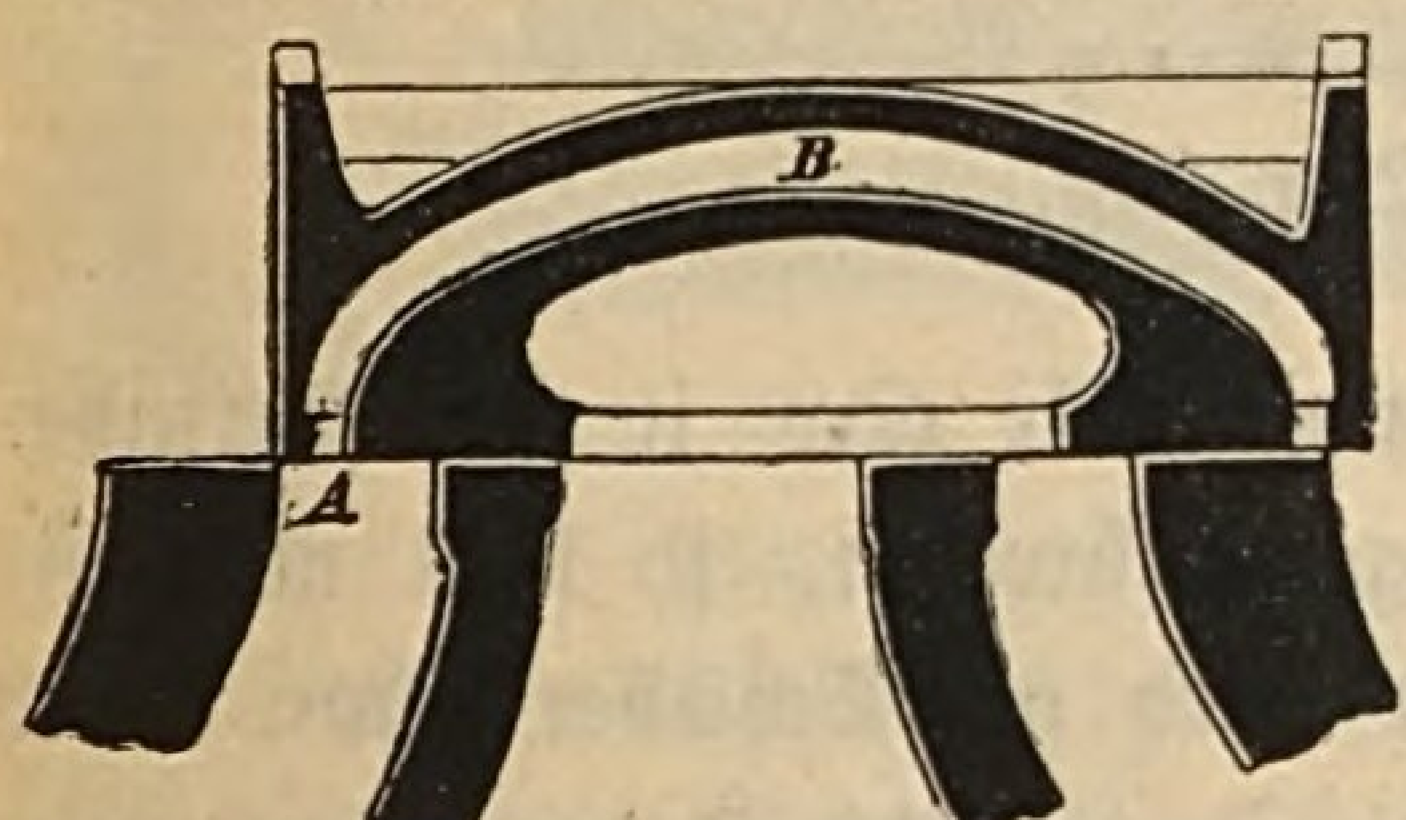
Die Höhe h der inneren Aushöhlung des Schiebers, der

Schieberhöhlung, ist mindestens so groß zu machen, daß sie bei der stärksten Abnutzung des Schiebers noch gleich der Breite des Einströmungskanals bleibt; die Höhe e f darf wegen der Abnutzung nicht zu gering gemacht werden.

Die mit g bezeichneten Leisten mit den kleinen Rillen h dienen als Stützpunkte für Federn, deren Zweck wir gleich besprechen werden.

Die Breite des Schiebers, wie auch die der Dampfkanäle, ist so groß zu machen, wie es die Construction erlaubt, man macht sie nur um mehrere Centimeter kleiner, als der Durchmesser des Cylinders ist.

Der in den Fig. 239 und 240 gezeichnete Schieber bezweckt, rasch große Einströmungsöffnungen zu erhalten; Fig. 239 zeigt ihn in seiner mittleren Stellung, Fig. 240 in dem Augenblicke, wo er gerade öffnet. Die Wirkungsweise ist aus letzterer Figur ersichtlich; die Längen a b, a c und g f sind so bestimmt, daß gleichzeitig die Kante a den Punkt c und der Punkt d die Kante f erreicht; bei der weiteren Bewegung des Schiebers wird dem Dampfkanale A nicht nur bei c, sondern auch durch den Hülfskanal B Dampf zugeführt.




(1 : 8)

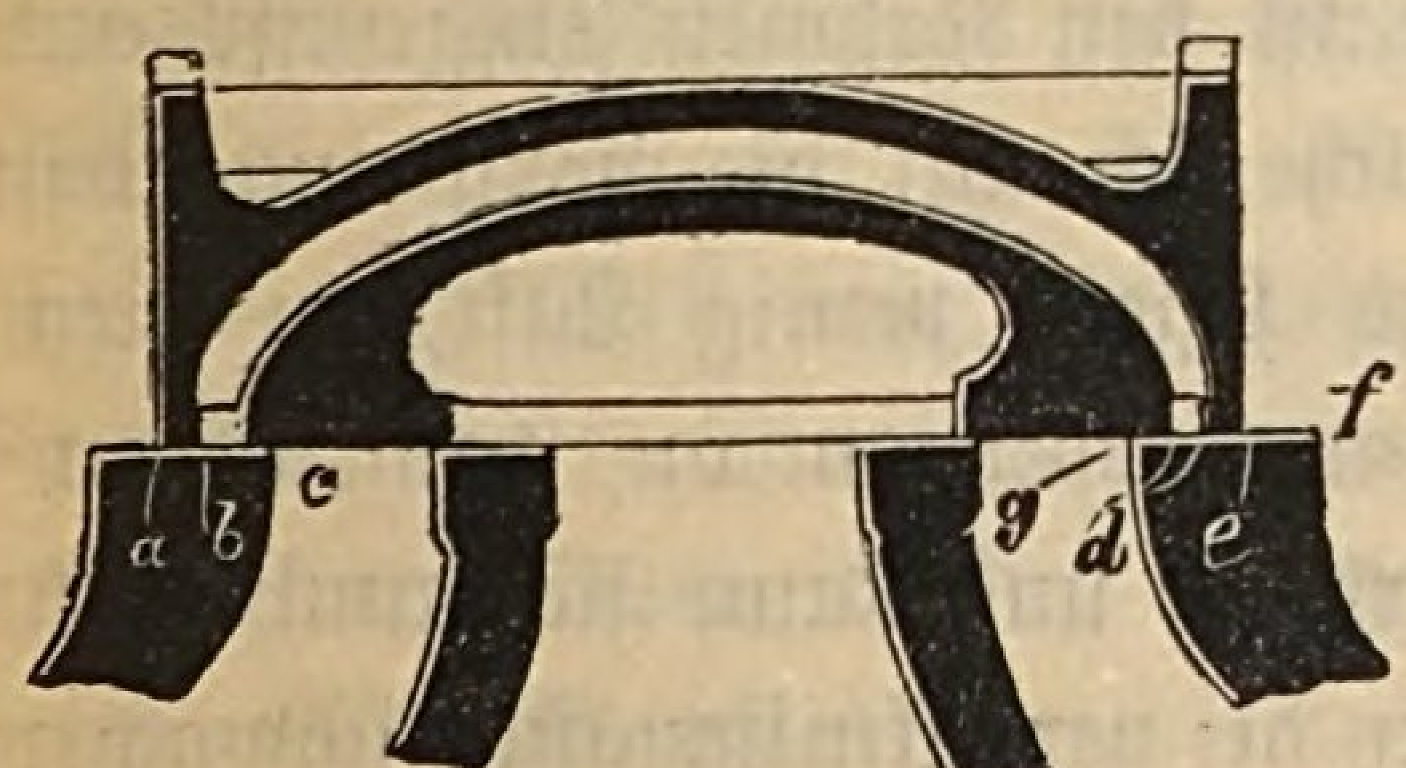



Fig. 239 u. 240.

Der **Schieberrahmen** (Fig. 241, 242 und 243) von Schmiedeeisen umfaßt den Schieber; er ist ein viereckiger Rahmen, welcher oben durch einen aufgeschraubten oder mit ihm in einem Stücke geschmiedeten Bügel b abgesteift ist. Der Bügel legt sich in die in Fig. 236 bis 238 mit k bezeichneten Nuthen des Schiebers und dient zugleich den beiden Federn cc, welche den Schieber gegen den Schieberspiegel drücken sollen, als Stütze. Da diese Federn oft

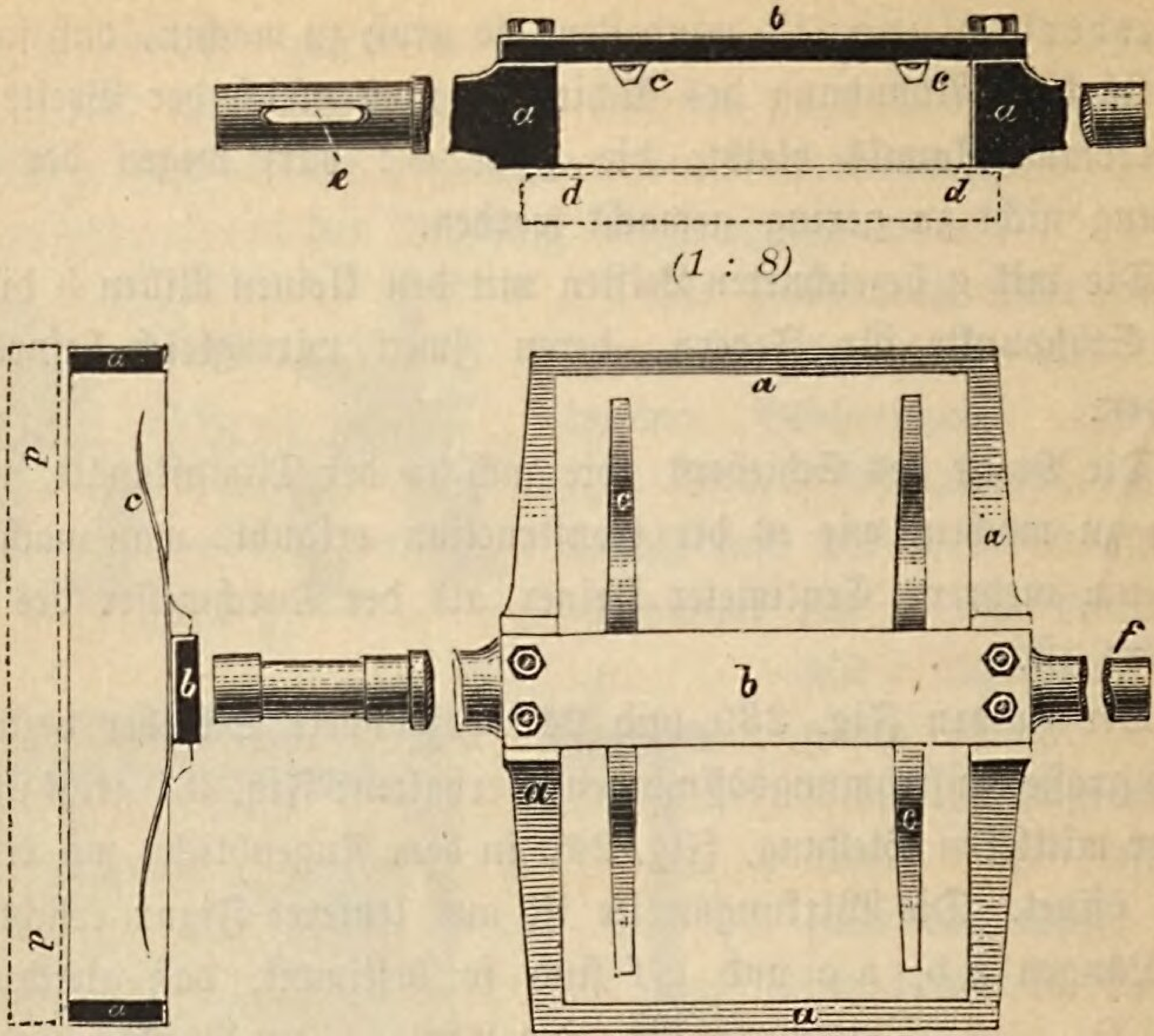



Fig. 241, 242 u. 243.

brechen und die Stücke in die Dampfkanäle oder in den Cylinder fallen, dabei diesen oder die Stege zerbrechen, so läßt man sie auch oft fort. Während der Fahrt wird der Schieber schon durch den Dampfdruck genügend angepreßt, so daß die Federn dann unnöthig sind. Ist der Schieber gut in den Rahmen eingepaßt und giebt man den unteren Kanten, welche sich auf die vorspringenden Lappen f (Fig. 238) des Schiebers legen, wenig Luft, so liegt auch der Schieber bei dem ersten Dampfgeben gut an, beim Gegendampfgeben klappt er nicht zu stark ab und kann sich auch nicht festsetzen. Dieses Festsetzen verhindern die verhältnißmäßig schwachen Federn doch nicht.

Wird der Schieberrahmen oben geschlossen, giebt man also dem Bügel b die Breite des Schieberrahmens, so können bei einem Federbruche die Stücke nicht in die Dampfkanäle und den Cylinder gelangen, also auch keinen Schaden anrichten.

Es ist nicht zu unterlassen, wenn man die Federn fortgelassen hat, nach dem jedesmaligen Abrichten der Schieberflächen passende, ringsum laufende Blechstücke zwischen Rahmen und die Schieberlappen f zu legen.

Der Schieberrahmen geht an der einen Seite in die **Schieberstange** über, welche mit dem sogenannten **Prisma** meistens durch einen Keil verbunden ist, während ein etwas schwächeres Ansatzstück f an der anderen Seite nur zur besseren Führung in der Stopfbüchse dient.

Wenn nach dem Abrichten des Schiebers nicht ein Blech zwischen Rahmen und Schieberlappen gelegt wird, so fallen die Mittellinien der Schieberstange und der Stopfbüchse nicht mehr zusammen.

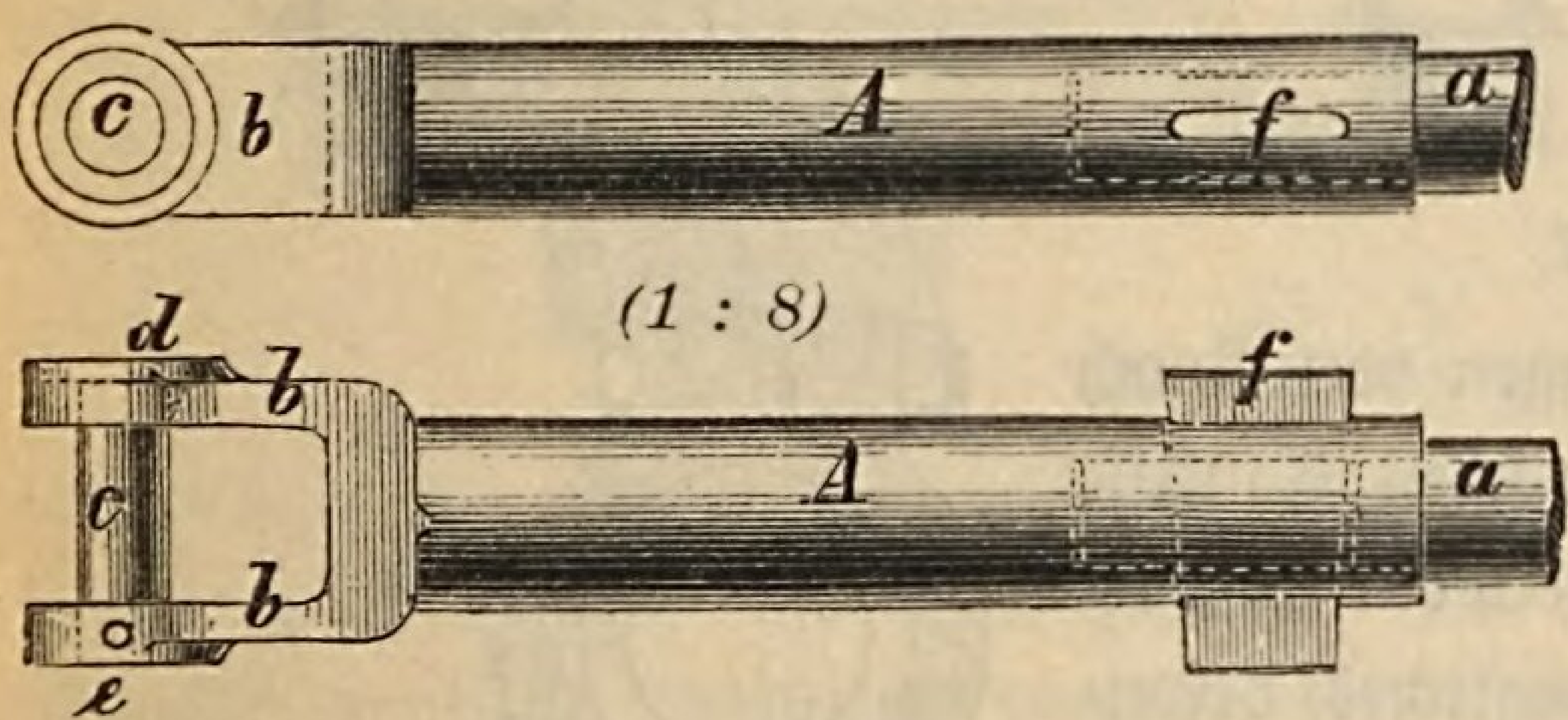


Fig. 244 u. 245.

**Prisma** nennt man bei der Steuerung von Stephenson den Theil A (Fig. 244 u. 245), welcher, bei a die Fortsetzung der Schieberstange bildend, bei b den Coulissenstein gabelförmig umfaßt. Die Schieberstange paßt mit ihrem schwach kegelförmig abgedrehten Ende in eine entsprechende Ausbohrung des Prisma und wird durch den Keil f befestigt.

Die Fig. 246 und 247 zeigen eine andere Form des Prisma A, nebst der Prismaführung B, welche in Fig. 248 noch besonders in der Vorderansicht gezeichnet ist. Die Coulisse mit dem Stein ist auch angedeutet.

Man kann das Prisma mit dem Schieberrahmen nicht in einem Stücke herstellen, weil es nicht durch die Stopfbüchse des Schieberkastens gesteckt werden könnte, welche, der Schieberstange als Führung dienend, zugleich einen dampfdichten Verschluß mit derselben herstellen muß.

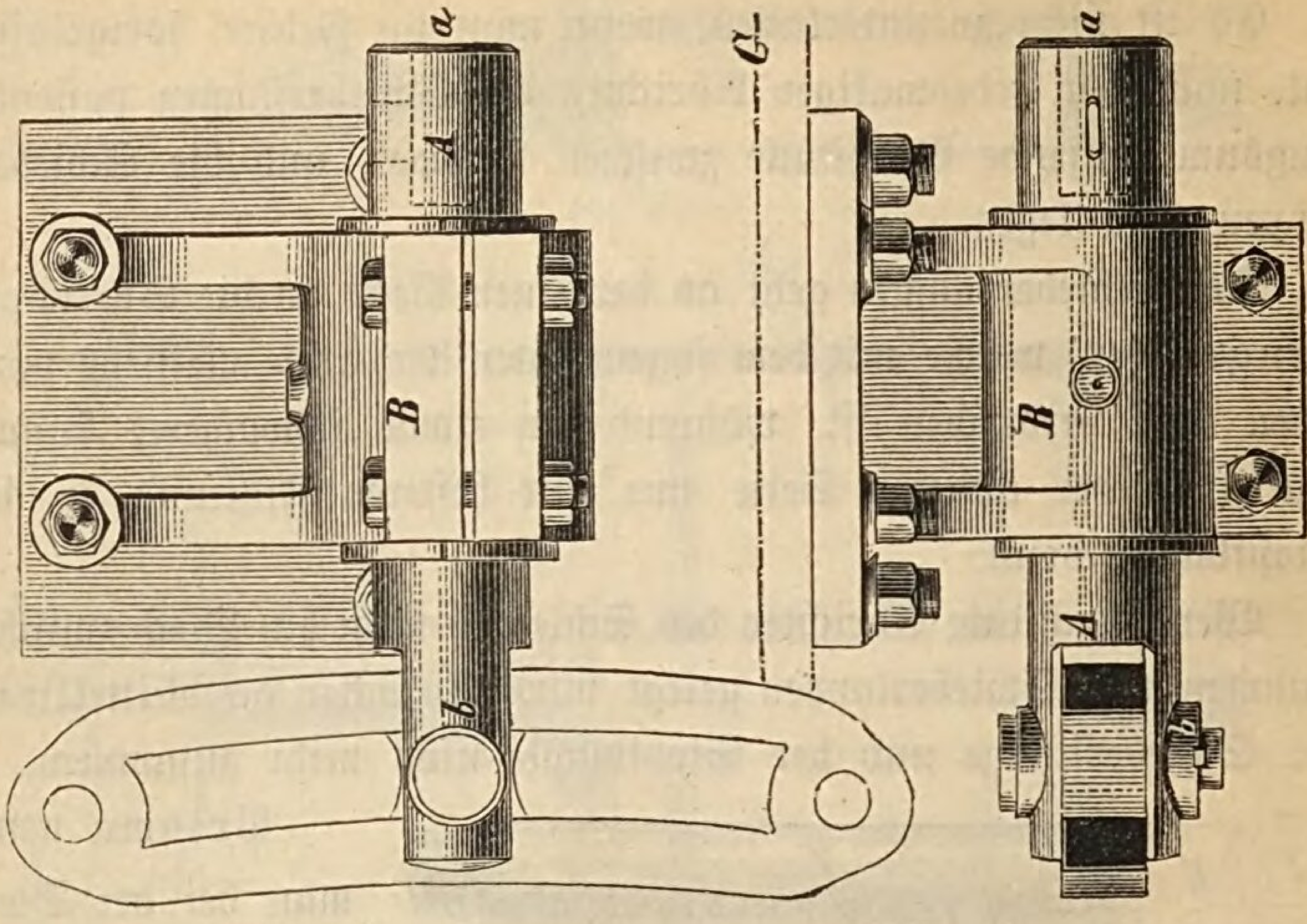


Fig. 247. (1 : 8)

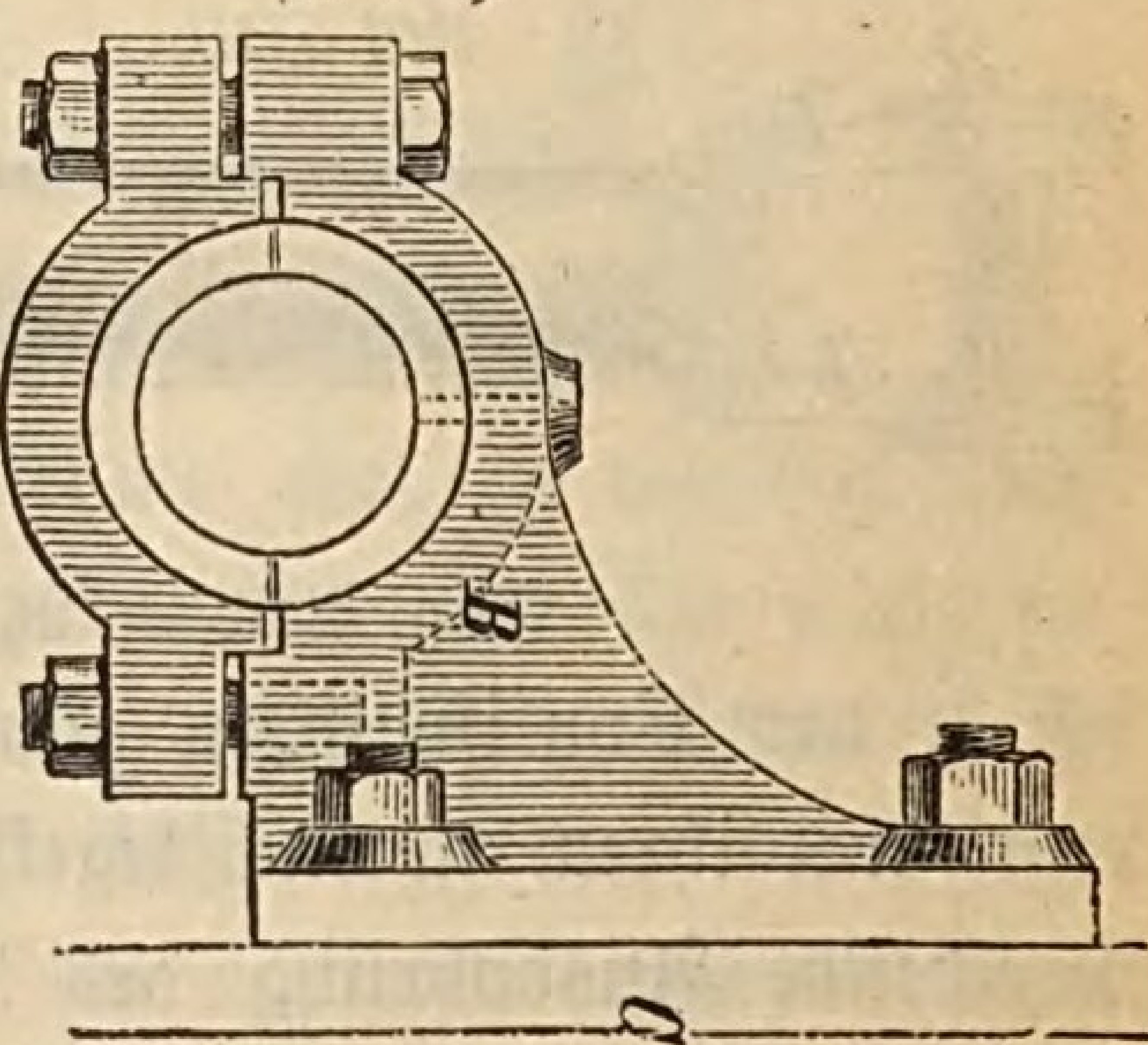


Fig. 246 u. 248.

Bei den Steurungen von Gooch und Allan muß zwischen Coulisse und Schieberstange noch ein in senkrechter Richtung bewegliches besonderes Stück eingeschaltet werden; da die Schieberstange an dieser Bewegung nicht Theil nehmen kann, auch wegen der Stopfbüchse kein Gelenk haben darf, so wird noch ein in den Fig. 249 und 250 mit B bezeichnetes Verbindungsstück zwischen beiden nöthig. Die Fig. 251 und 252 zeigen eine andere Einrichtung derselben Verbindung nebst der Geradführung für die Schieberstange. Die Fig. 253 und 254 verdeutlichen eine bei der Stephenson'schen Steurung vorkommende andere Anordnung mit einem besonderen zwischen der Schieberstange A und dem Prisma B eingeschalteten Mittelstücke C.

Man findet noch mancherlei andere Ausführungen, welche hier nicht behandelt werden können.

Die Hauptunterschiede bestehen darin, daß die Verbindung entweder eine Verstellung der Schieberstange in der Längenrichtung zuläßt oder nicht. Verstellbare Verbindungen sind beim Reguliren der Schieber sehr bequem*), da man Berichtigungen sonst an den beiden Excenterstangen vornehmen und dieselben, wenn sie nicht zum Nachstellen eingerichtet sind, im Feuer strecken oder stauchen muß. Gegen verstellbare Verbindungen spricht, daß viele Locomotivführer nicht unterlassen können, selbst eine Verbesserung vorzunehmen, wenn sie glauben, die Steurung arbeite nicht ganz richtig. Es giebt einzelne wenige Führer, welchen solche Ver-

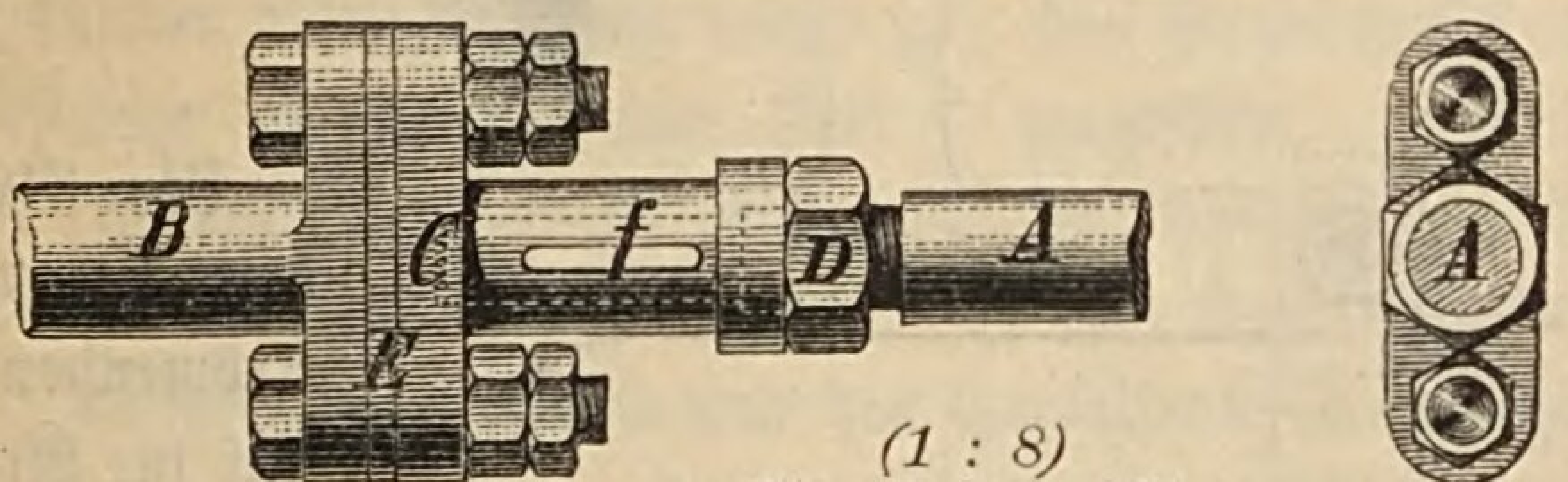



Fig. 253 u. 254.

besserungen der Steurungen gelingen, ohne daß vorher die Schieberkasten geöffnet und die Bewegungen des Schiebers genau beobachtet werden; meistens verunglücken jedoch diese versuchten Verbesserungen gänzlich und geben zu schlechten Fahrten Veranlassung.

Wenn die Tenderbremse angezogen ist, und man fährt langsam unter Anwendung der verschiedenen Expansionsgrade, so kann man allerdings aus der mehr oder minder regelmäßigen Aufeinanderfolge und Gleichmäßigkeit in der Stärke der Schläge des

*) Wenn der Schieber um den Oscillationsmittelpunkt nicht gleich weit nach beiden Seiten ausschlägt, so ist die Dampfvertheilung zu beiden Seiten des Kolbens nicht gleich; an der einen Seite tritt mehr Dampf ein, so daß die Maschine nicht gleichmäßig arbeitet. Diesem Uebelstande hilft man dadurch ab, daß man den Schieber durch Verlängern oder Verkürzen der Schieber- oder Excenterstangen so verstellt, daß der Ausschlag nach beiden Seiten gleich wird; man nennt dieses: den Schieber reguliren.

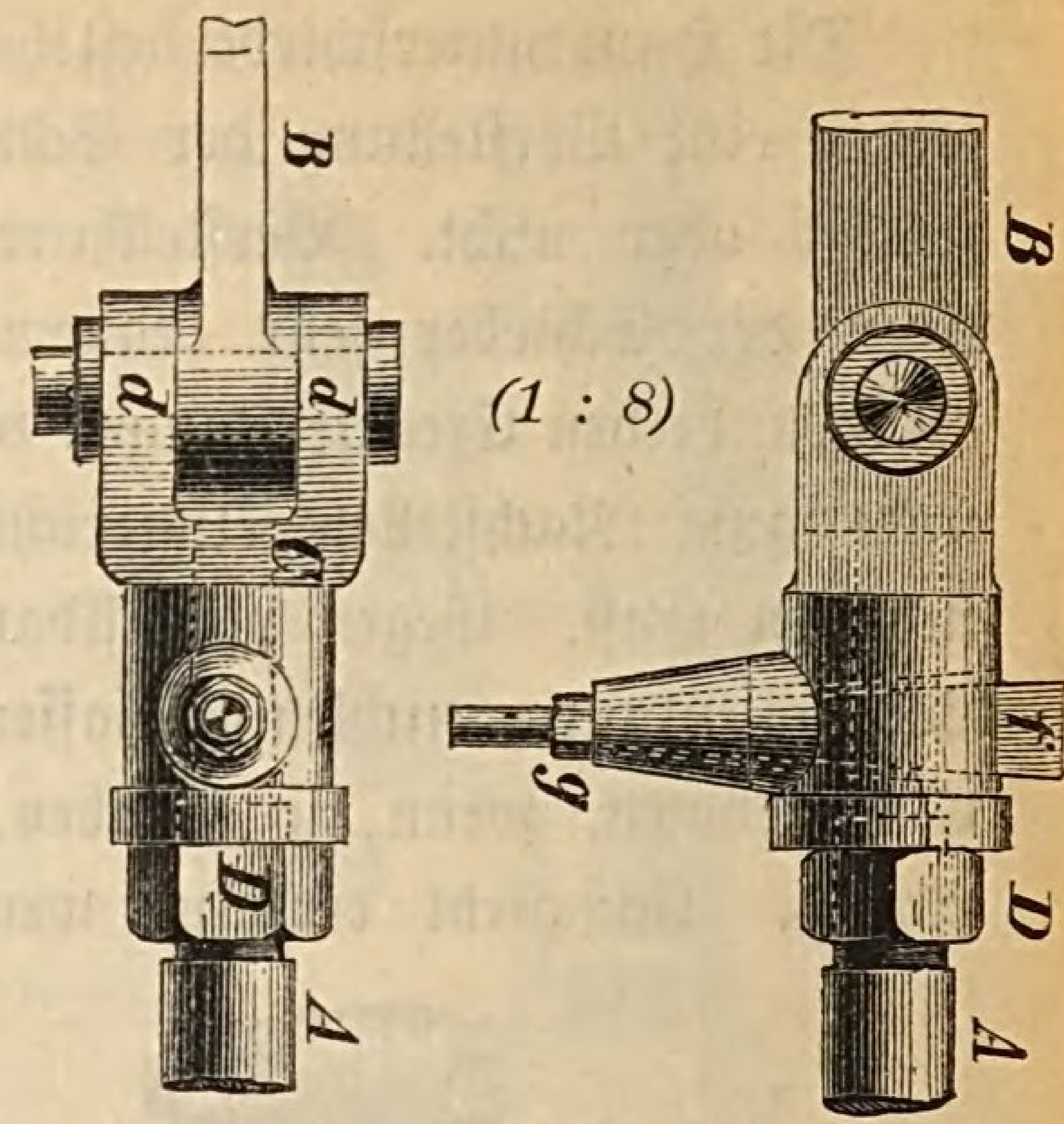



Fig. 249 u. 250.

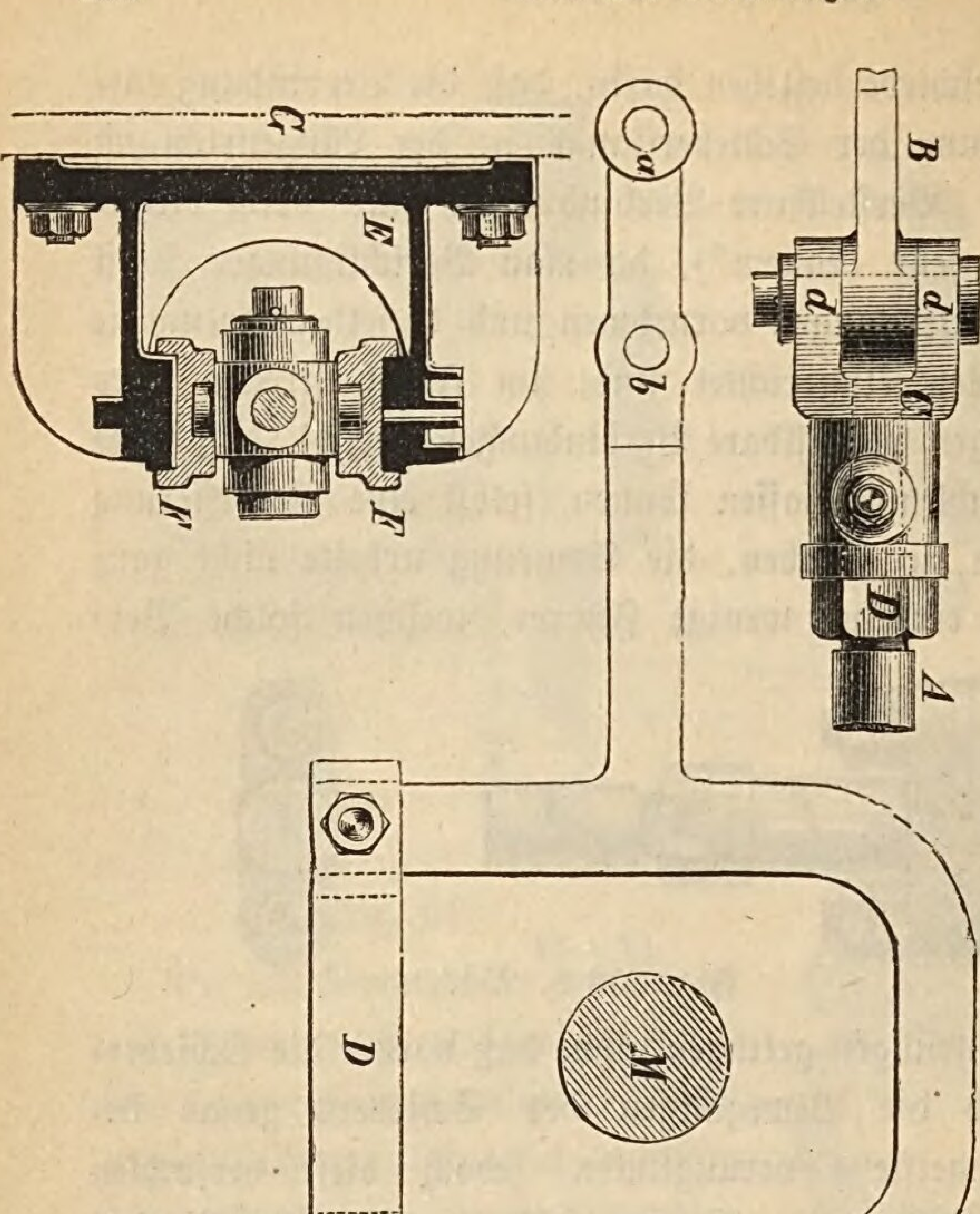



Fig. 251 u. 252.

dem Schornsteine entströmenden Dampfes auf die Richtigkeit der Dampfvertheilung schließen: tritt ein Schlag viel heftiger auf als die anderen, so ist die ihm entsprechende Cylinderfüllung zu groß, und durch zweckmäßige Verstellung des Schiebers, also durch Verkleinerung der Dampfeinströmungsöffnung ist der Fehler zu beseitigen. Da der Dampf mit vier Schlägen, abwechselnd aus beiden Cylindern, entweicht, so

sind Verwechselungen leicht möglich; der Führer sucht oft an dem falschen Cylinder zu verbessern und macht dadurch die Steuerung erst recht falsch. Wir haben bei den Untersuchungen erfahren, daß eine für beide Seiten des Kolbens ganz gleiche Vertheilung des Dampfes wegen der beschränkten Länge der Kurbel- und Excentricstangen sowie der Hängeeisen nie zu erreichen ist; ganz gleichmäßig in jeder Beziehung sind daher die Schläge des aus dem Schornsteine entweichenden Dampfes auch nicht zu machen, was von vielen Locomotivführern oft nicht berücksichtigt wird.

Das in Fig. 244 und 245 gezeichnete Prisma läßt die Verstellung in der Längsrichtung nicht zu; die Verbindung mit der Schieberstange ist durch einen Keil f hergestellt. Der mittlere Theil A ist rund und wird durch die in den Fig. 246—248 gezeichnete Prismaführung in seiner richtigen Lage erhalten. Die Gabel b umfaßt die Coulisse und den Coulissenstein, welcher durch den Bolzen c gehalten wird. Letzterer ist durch den Splint e in der Gabel befestigt, so daß die Drehung nicht in dieser, sondern in dem Steine erfolgen muß. Um die Entfernung der Hängeeisen nicht zu groß nehmen zu müssen, beschränkt man die Breite der Gabel nach Möglichkeit.

Da beim Arbeiten der Locomotive der Stein nicht an derselben Stelle der Coulisse stehen bleibt, wie wir früher gesehen haben, weil diese auf- und niedersteigende Bewegungen macht — man sagt, der Stein *springt* in der Coulisse —, so sucht der Stein durch die entstehenden Reibungswiderstände das Prisma abzubrechen, weshalb es sehr gut ist, die Prismaführung so dicht an die Coulisse zu bringen, wie es der Hub derselben erlaubt.

In den Fig. 246 und 247 ist das Prisma A in seinem mittleren Theile bedeutend stärker gehalten, was nur zu empfehlen ist, da dann die Abnutzung in der Führung und die Gefahr des Brechens geringer wird. Das ganze cylindrisch gehaltene und zur Aufnahme des Steines gabelförmig ausgeschnittene Stück hat nur zwei kleine Ansätze b zur Verstärkung erhalten, welche den Bolzen für den Stein aufnehmen.

Die Prismaführung B hat die Form eines gewöhnlichen Lagers, sie ist seitlich an dem punktirt angedeuteten Rahmen C befestigt und bedarf keiner weiteren Beschreibung.

In Fig. 253 und 254 bedeutet B einen Theil des eigentlichen Prisma, C ist ein besonderes zwischen dieses und die Schieberstange eingeschobenes Stück, welches mit der Schieberstange durch den Keil f verbunden ist. Die Mutter D hat den Zweck, die Lösung der Verbindung zu erleichtern, wenn sich das kegelförmige Ende der Schieberstange zu stark festgesetzt haben sollte; außerdem verhindert die Mutter ein Schlagen beider Theile zu einander, wenn die Verbindung durch den Keil allein locker geblieben sein sollte. Eine Berichtigung in der Längenrichtung beim Reguliren der Schieber wird durch Zwischenlagen von stärkeren oder schwächeren Platten E erreicht.

Die Fig. 249 und 250 veranschaulichen eine Einrichtung, die man vielfach bei der Steuerung von Gooch und Allan angewandt findet. A ist die Schieberstange, B der bewegliche Theil, welcher dem Prisma der Steuerung von Stephenson entspricht; C ist das Verbindungsstück für beide, welches bei d gelenkartig geformt ist. Der Keil f dient zur Verstellbarkeit der Länge der Schieberstange, er wird durch die Mutter g angezogen und gehalten. Das Anziehen der Mutter D giebt der ganzen Verbindung die gehörige Festigkeit und erleichtert zugleich die Lösbarkeit, wenn sich die Schieberstange in dem Stücke C festgesetzt haben sollte. Um in dieser Beziehung noch sicherer zu sein, ist die Bohrung für die Schieberstange bis zur Gabel vorn durchgeführt; man kann durch dieses Loch mit einem Dorne und Hammer die Stange zurückschlagen.

Eine Geradführung hat diese Anordnung nicht, dieselbe muß erforderlichenfalls an der Schieberstange angebracht werden.

In Fig. 251 und 252 ist eine Geradführung vorgesehen. Die Einrichtung setzt eine Steuerung von Gooch oder Allan voraus. Das Mittelstück C zwischen der Stange A und dem Theile B ist kreuzkopfartig geformt und wird durch die Gleitschuhe FF, Fig. 252,

zwiſchen den Gleitbacken eines gegen den Längsträger geſchraubten Gußſtückes E geführt. Die Befeſtigung des Theiles C mit der Schieberſtange iſt in unverſtellbarer Weiſe durch einen Keil bewirkt. Die in ſenkrechter Richtung verſtellbare Stange B umfaßt bei a die Couliſſe und den Couliſſenſtein, bei b iſt das Auge für das Hängeeiſen angedeutet.

Iſt die Vorderachſe der Locomotive, wie hier angenommen, eine Treibachſe, ſo liegt ſie mit der Schieberſtange in derſelben Höhe, es muß daher die Stange B in der gezeichneten Weiſe um dieſelbe gekröpft werden. Das Stück D dient zur Abſteifung der Stange; es kann mit derſelben nicht aus einem Stücke gemacht werden, da ſie dann nicht von der Achſe zu entfernen iſt. Die zwiſchen der Stange und der Achſe frei bleibende Höhe über und unter dieſer muß ſo groß ſein, daß die volle Verlegung des Steines in der Couliſſe zuläſſig, und daß dann noch ſo viel Platz bleibt, daß auch die Achſe bei einem etwaigen Federbruche nicht unterſtößt.

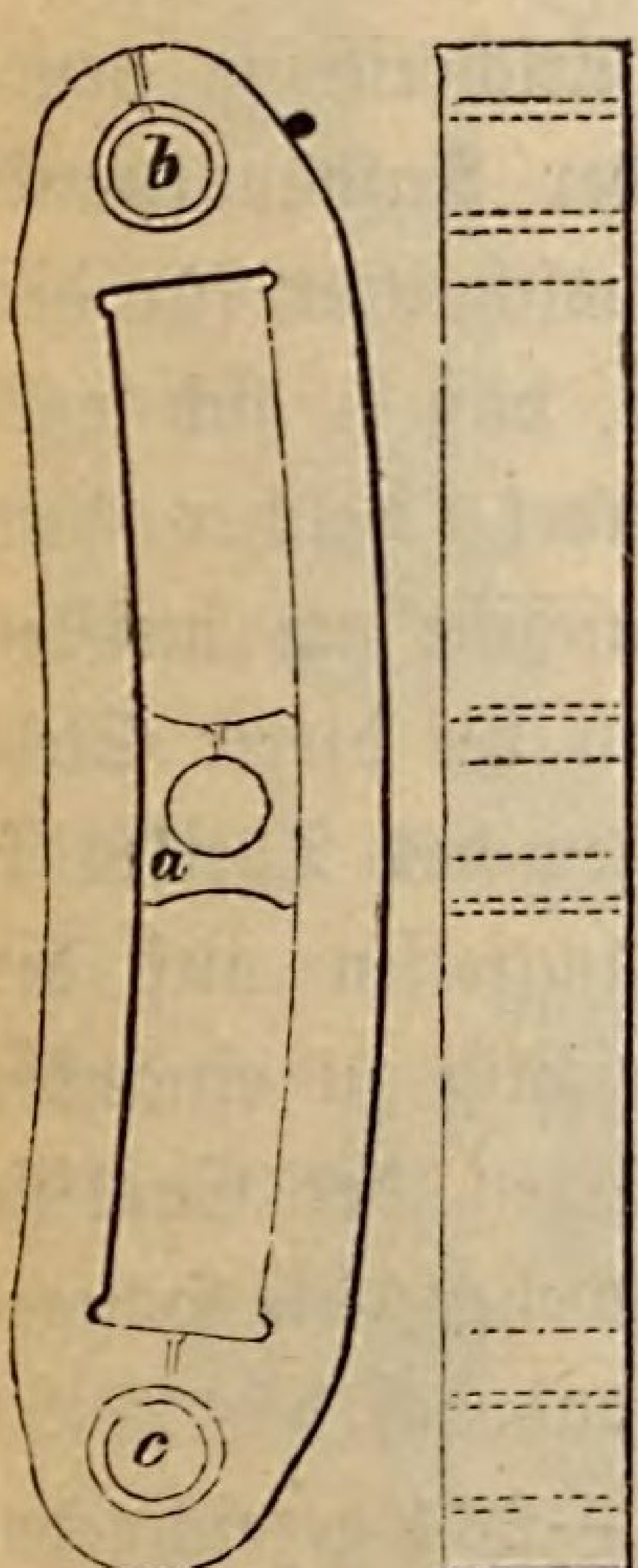
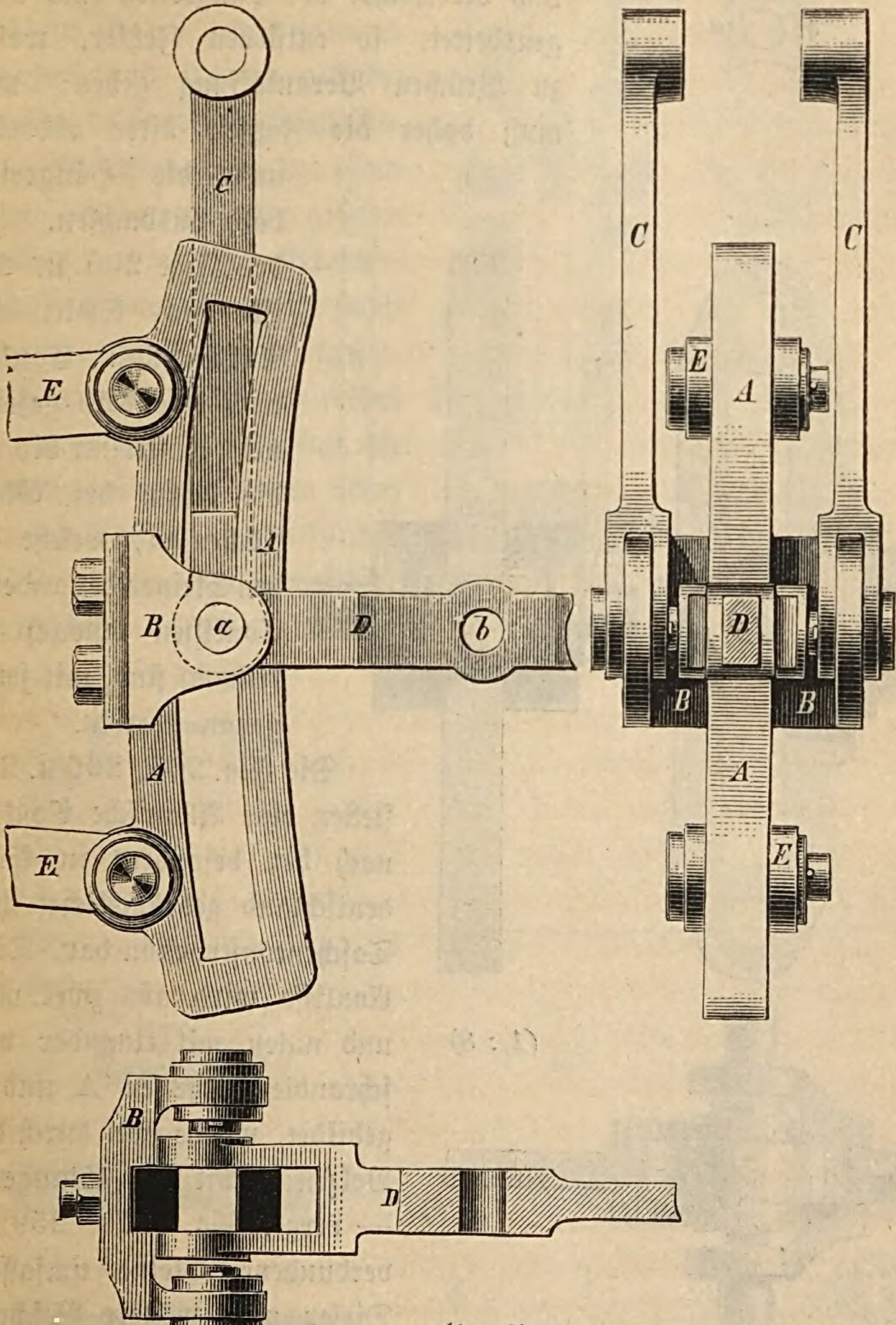


Fig. 255 u. 256.

In den Fig. 255 u. 256 iſt die gebräuchliche Form der Couliſſe von Stephenſon und der Stein a gezeichnet, durch welchen das Prisma geführt wird. Die Couliſſe iſt meiſt aus ungehärtetem Gußſtahl oder aus Schmiedeeiſen, welches nachher eingeſetzt iſt. Der Stein wird faſt immer aus Gußſtahl gemacht und gehärtet. Die Augen für die Bolzen ſind mit b und c bezeichnet; man trifft die Einrichtung entweder ſo, daß der Bolzen in der Gabel der Excenterſtange feſtſitzt und ſich in dem Auge dreht oder umgekehrt. Je nach der Einrichtung muß das Schmierloch in der Couliſſe oder in der Gabel der Excenterſtange angebracht ſein. Dreht ſich der Bolzen in der Couliſſe, ſo werden die Löcher mit der Zeit länglich und müſſen, wie es in der Zeichnung angedeutet iſt, mit gehärteten Stahlringen ausgebuchſt werden.

Der Stein hat stets ein Schmierloch, da sich der Bolzen immer in ihm dreht, welcher sich leichter als das Prisma auswechseln läßt. Vor Beginn der Fahrt sind einige Tropfen Oel an die inneren Gleitflächen der Coulisse zu geben, damit sich der Stein nicht zu stark reibt und sich in dem Schlitze frißt.

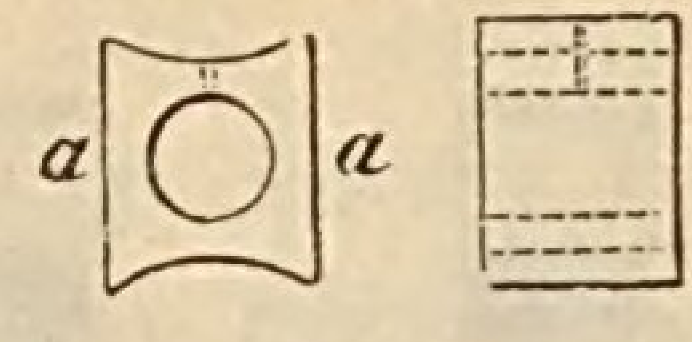
Der Bolzen des unteren Auges nimmt zugleich die Hängeeisen der Coulisse auf. Eine Coulisse von Gooch nebst einem Theile des zugehörigen Verbindungsstückes D mit der Schieberstange, den gabelförmigen Enden der Excentricstangen und den beiden Hängeeisen CC zeigen die Fig. 257, 258 und 259. A ist die eigentliche Coulisse, B ein besonderes an diese geschraubtes Schmiedestück, an welchem die Hängeeisen CC die Coulisse halten. Die Anordnung kann auch ebenso wie bei der vorher behandelten Coulisse von Stephenson getroffen werden, daß die Excenterstangen in der Verlängerung der Mittellinie der Coulisse angreifen, und auch die Aufhängung kann am unteren Ende stattfinden. Als bemerkenswerth zu den sonst ohne Beschreibung deutlichen Figuren mag angeführt werden, daß der Aufhängepunkt der Coulisse nicht genau über der Mitte des Ausschnittes für den Stein, sondern so weit nach vorn angebracht ist, daß er sich senkrecht unter demjenigen Punkt der Coulisse befindet, welcher dem Expansionsgrade entspricht, mit welchem die Maschine am meisten arbeitet. Man erreicht hierdurch, daß der Stein bei dieser Stellung am wenigsten springt. Nach dem Anbringen des Theiles B müssen die Löcher für die Gabelbolzen der Hängeeisen auf der Drehbank ausgedreht werden, damit sie genau richtig zu einander liegen, weil anderen Falls ein seitliches Schlagen der Coulisse eintritt. Es ist sehr zu empfehlen, wie hier geschehen, die Hängeeisen in Gabeln auslaufen zu lassen, trotzdem dadurch das Stück B reichlich breit ausfällt. Bei der in Fig. 262—264 gezeichneten Anordnung der Allan'schen Coulisse kommen trotz aller Vorsicht und Genauigkeit der ersten Bearbeitung, und trotzdem die Zapfen für die Hängeeisen reichlich stark gemacht werden, doch Brüche vor.




(1 : 8)

Fig. 257, 258 u. 259.

Fig. 260 u. 261.




Haben diese Zapfen sich etwas abgenutzt und die Löcher der Hängeeisen sind ausgearbeitet, so entstehen Fehler, welche zu Brüchen Veranlassung geben; man muß daher die Zapfen öfter abdrehen und die Hängeeisen bald ausbuchsen. In den Fig. 260 u. 261 ist der Stein der Allan'schen Coulisse noch besonders gezeichnet, er stimmt bis auf die Form der Gleitflächen aa, welche bei den Steinen der anderen Coulissen schwach gekrümmt sind, mit jenen genau überein.

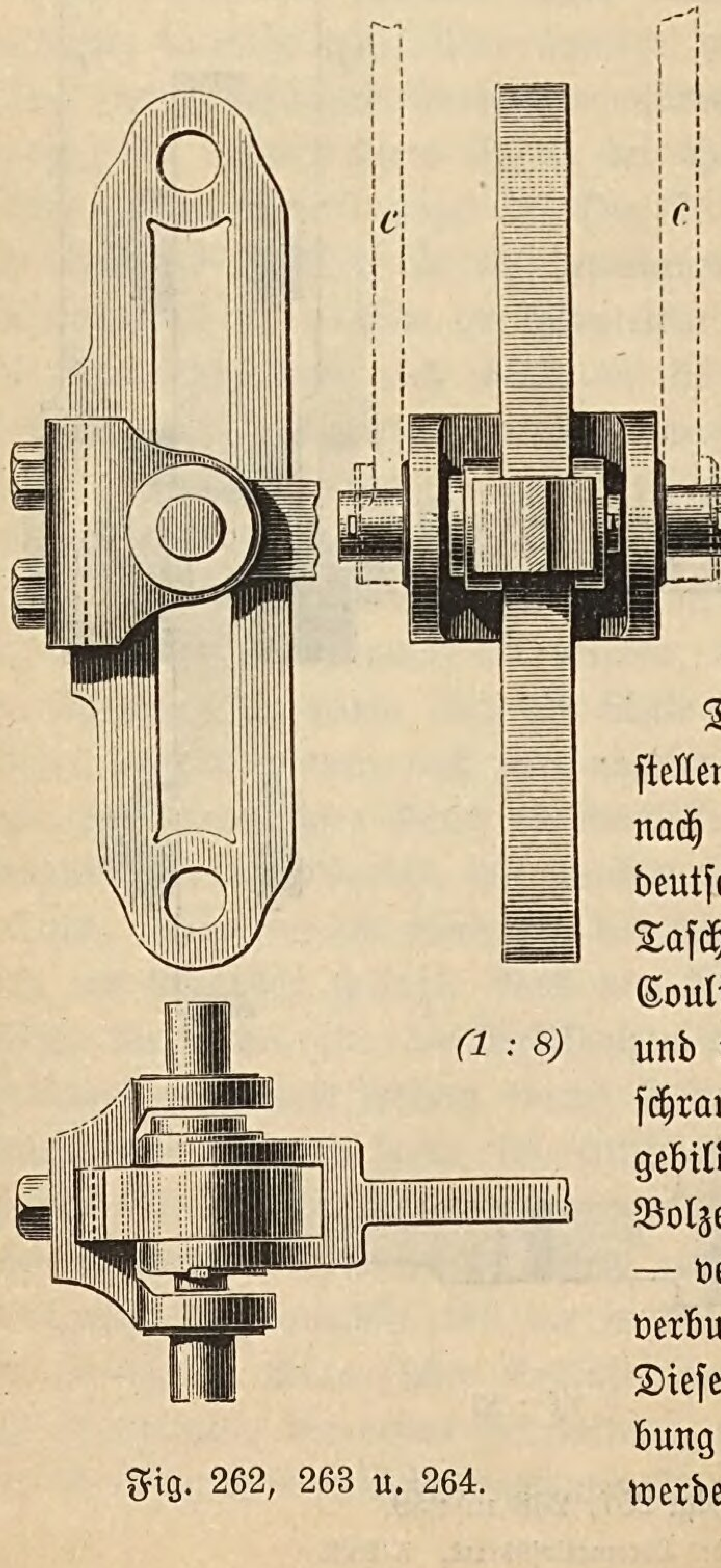



Fig. 262, 263 u. 264.

Die Fig. 265, 266 u. 267 stellen eine Allan'sche Coulisse nach der besonders in Süddeutschland gebräuchlichen sog. Taschenconstruction dar. Diese Coulisse wird aus zwei oben und unten mit einander verschraubten Theilen A und B gebildet, welche zwei durch den Bolzen b mit der Stange D — vergl. Fig. 257 — 259 — verbundene Steine umfassen. Dieser ohne weitere Beschreibung verständlichen Anordnung werden mancherlei Vorzüge

— gute Schmierung und geringe Abnutzung — nachgerühmt, sie ist jedoch weniger einfach und theurer als die früher beschriebenen Coulissen.

Die Bewegung der Coulisse wurde, wie wir gesehen haben, durch die Excenterstangen bewirkt, welche selbst die Excentrics ringförmig umfassen und von diesen getrieben werden. Fig. 268 zeigt die Excenterstange und den Ring in der Ansicht, Fig. 269 und 270 geben die Grundrisse derselben.

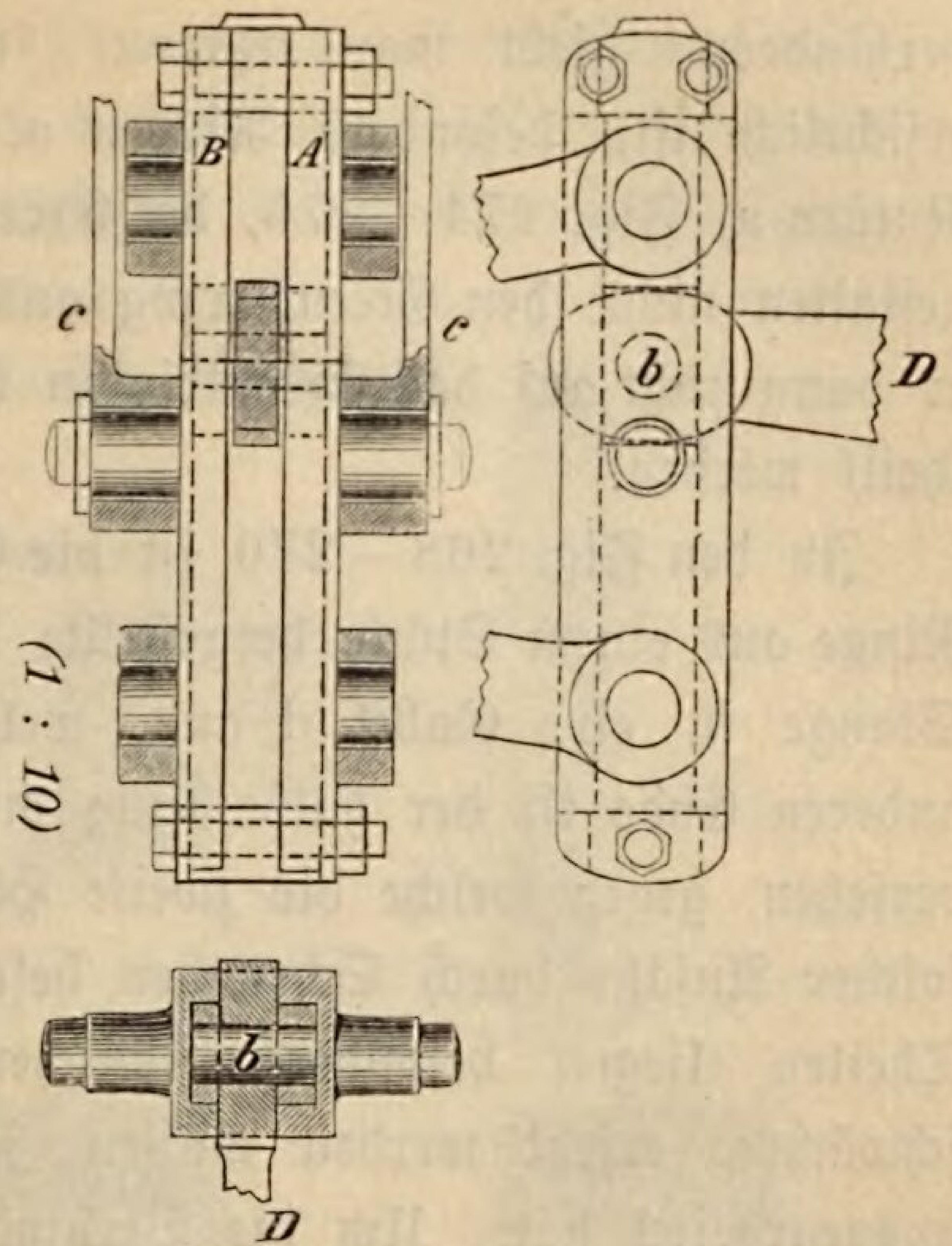


Fig. 265, 266 u. 267.

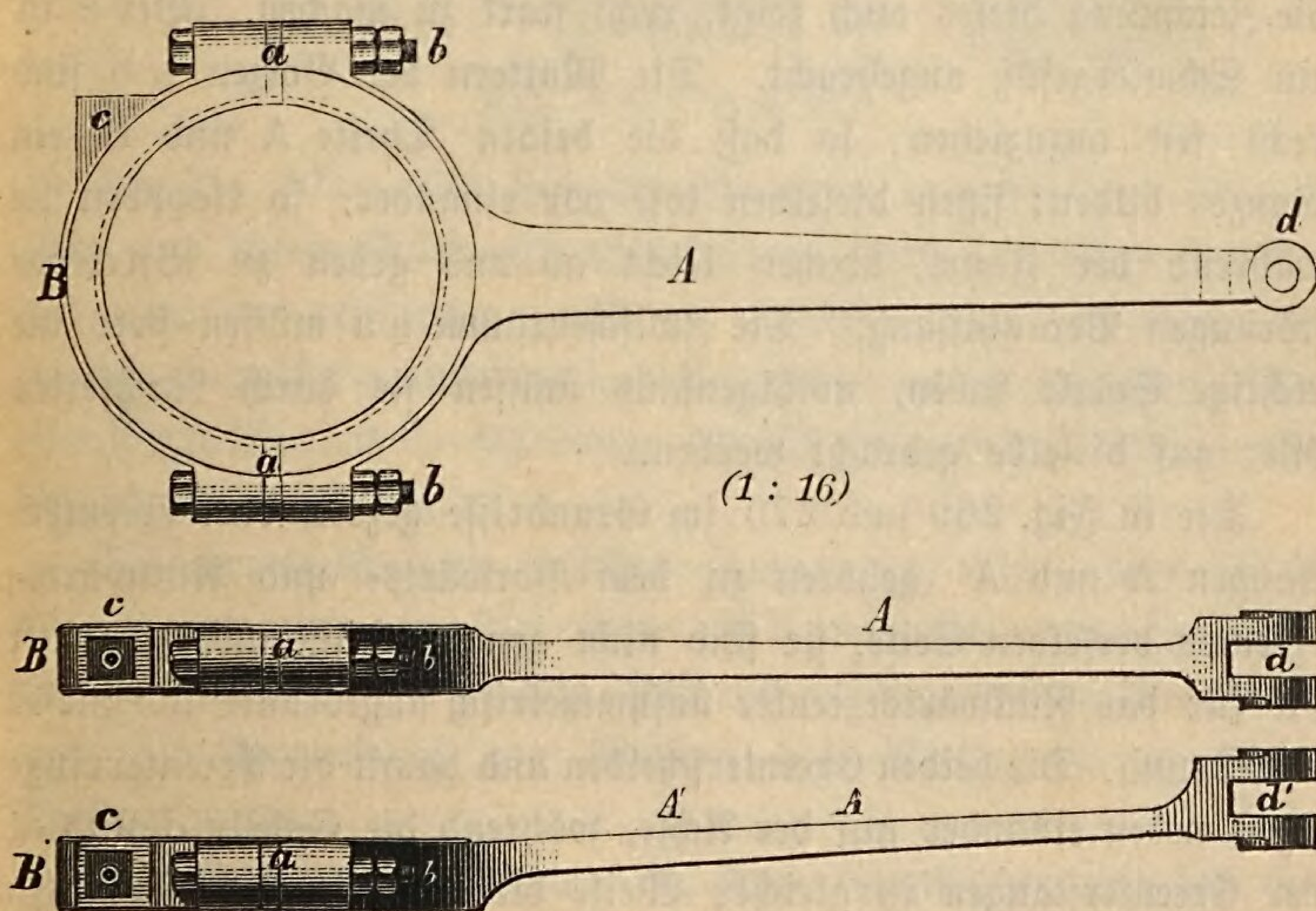


Fig. 268, 269 u. 270.

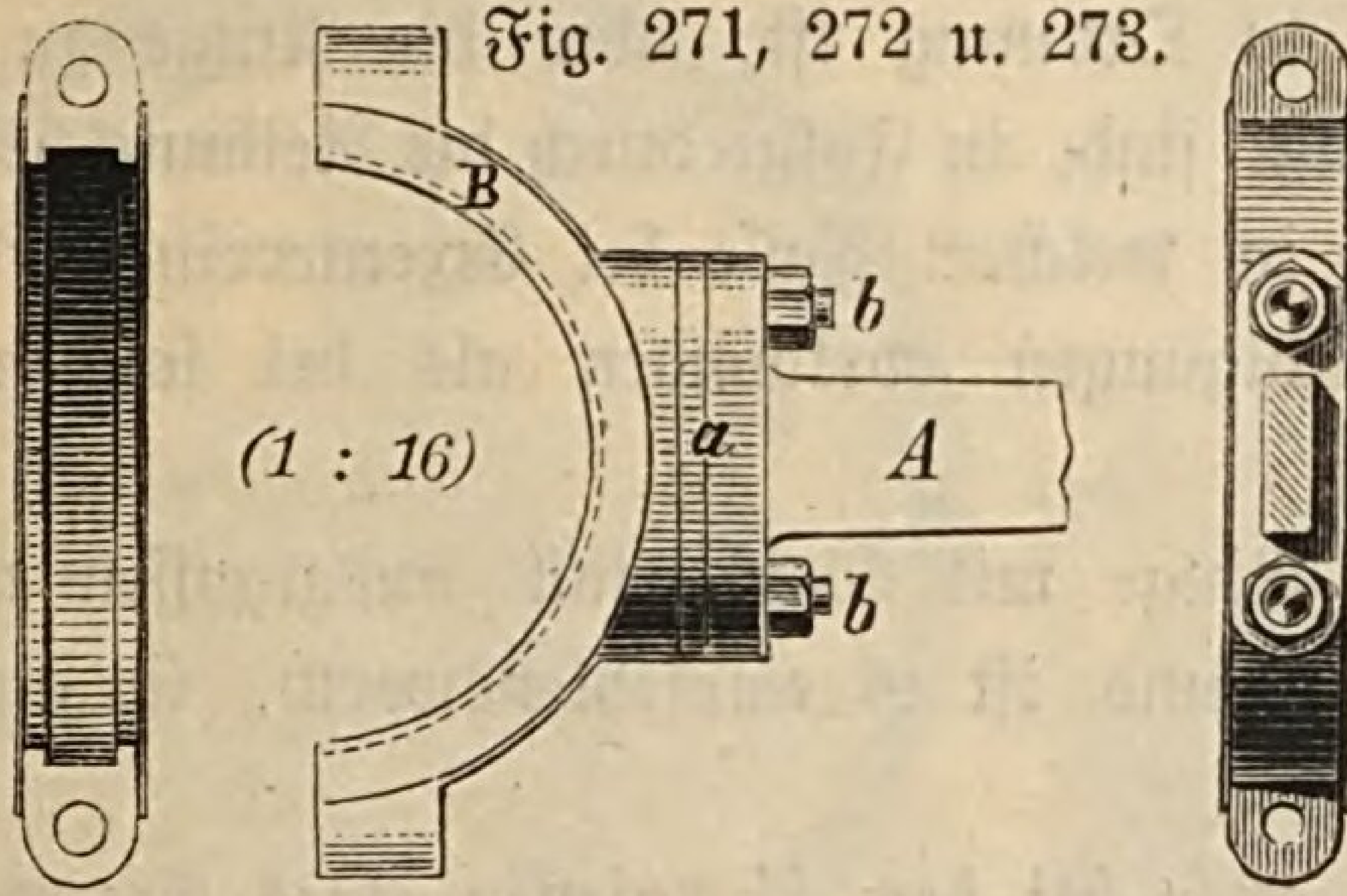
Um das Abgleiten der Excenterringe von den Excentrics zu verhindern, giebt man letzteren, wie aus den Fig. 279—282 ersichtlich ist, besondere Rippen a, welche sich in entsprechende Nuthen a, Fig. 274—276, des Excenterringes legen; diese Rippen gestatten nicht, den Excenterring aus einem Stücke herzustellen, da er dann nicht auf das Excentric zu bringen ist, er muß daher getheilt werden.

In den Fig. 268—270 ist die Excenterstange mit dem halben Ringe aus einem Stücke hergestellt; nach der Coulisse zu läuft die Stange in eine Gabel d aus, welche die Coulisse umfaßt; am anderen Ende ist der halbe Ring mit zwei flantschartigen Ansätzen versehen, gegen welche die zweite Hälfte des Ringes mittelst eben solcher Ansätze durch Schrauben befestigt wird. Zwischen beiden Theilen liegen besondere Zwischenlagstücke a a, welche durch schwächere ersetzt werden müssen, sobald der Ring sich merklich ausgearbeitet hat. Um die Verbindungsschrauben recht nahe an den Ring bringen zu können, sind die Verbindungsflantschen, wie die Zeichnung dieses auch zeigt, recht stark zu machen. Bei c ist ein Schmiergefäß angebracht. Die Muttern der Bolzen b b sind recht fest anzuziehen, so daß die beiden Theile A und B ein Ganzes bilden; sitzen dieselben lose vor einander, so klappern sie während der Fahrt, brechen leicht ab und geben zu Betriebsstörungen Veranlassung. Die Zwischenräume a a müssen stets die richtige Stärke haben, nöthigenfalls müssen sie durch Nachfeilen öfter auf dieselbe gebracht werden.

Die in Fig. 269 und 270 im Grundrisse gezeichneten Excenterstangen A und A′ gehören zu dem Vorwärts- und Rückwärtsexcenter derselben Seite, sie sind nicht genau gleich, und zwar ist die für das Rückwärtsexcenter unsymmetrisch angeordnet und dieses mit Grund: Die beiden Excenterscheiben und damit die Excenterringe sitzen neben einander auf der Achse, während die Gabeln d und d′ der Excenterstangen in gleicher Weise die Coulisse umfassen, also senkrecht über einander liegen; man findet nun oft bei Locomotiven,

die meist vorwärts fahren, die Anordnung so getroffen, daß die Coulisse mit dem Vorwärtsexcentric in derselben Ebene liegt; die Stange des Rückwärtsexcenters muß dann doppelt so stark gekröpft sein, als wenn die Coulisse zwischen beiden Excentrics liegt und beide Stangen gekröpft sind.

Fig. 271, 272 u. 273.



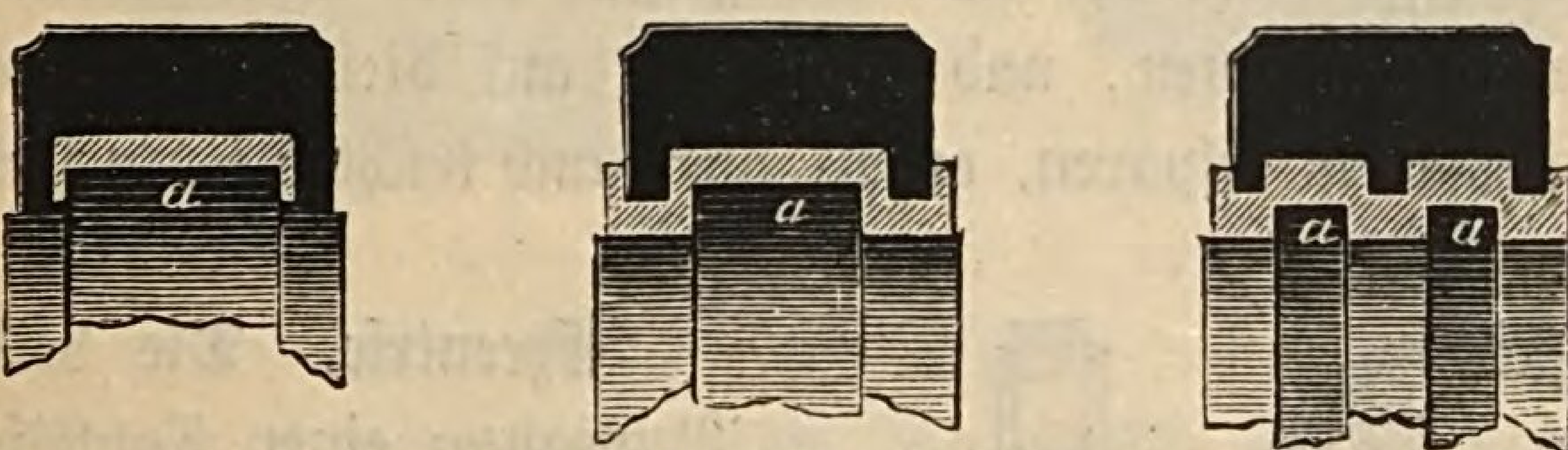




Fig. 274, 275 u. 276.

In Fig. 271—273 sind die Stange A und der halbe Ring B nicht aus einem Stücke gemacht, sondern durch die Schrauben b b mit einander verbunden, und ist zwischen beiden ein besonderes Zwischenlagestück a angebracht, dessen größere oder geringere Stärke eine Verstellbarkeit in der Länge der Stange ohne Streckung oder Stauchung ermöglicht.

Die Excenterstangen bestehen immer aus Eisen oder Stahl, der Excenterring in Fig. 268—270 natürlich aus demselben Metalle, wogegen die in Fig. 272 und 273 getroffene Anordnung auch die Anwendung von Messing oder Rothguß zu diesen Theilen zuläßt.

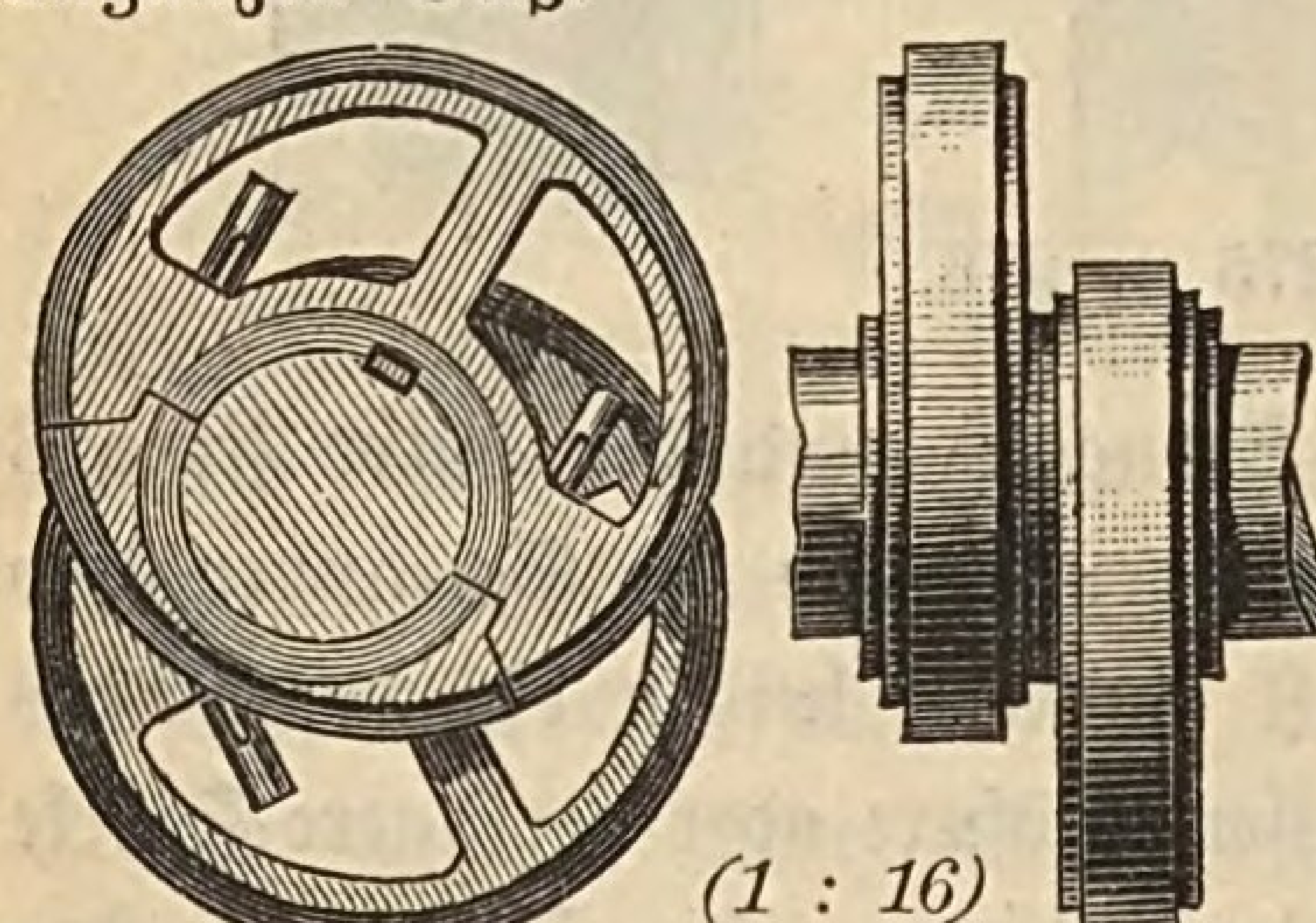
Die Excenterringe werden an ihren Gleitflächen mit den Excentrics mit Weißmetall, sog. Composition, ausgegossen. Die

Fig. 274—276 zeigen drei verschiedene Einrichtungen, von welchen jede bei sorgfältiger Ausführung und passend zusammengesetztem Weißmetalle gut arbeitet. Wir werden auf dieses Metall und seine Zusammensetzung noch näher zurückkommen.

Es kommt vor, daß dieses Weißmetall, wenn die Schmiervorrichtung nicht in Ordnung ist, oder die Ringe zu fest auf die Excentrics gepaßt sind, in Folge durch die Reibung herbeigeführter Hitze schmilzt, in welchem Falle bei Excenterringen von Messing weniger Beschädigungen vorkommen als bei solchen von Eisen oder Stahl.

Bevor die Ringe mit Weißmetall ausgegossen werden, sind sie anzuwärmen, und ist es empfehlenswerth, sie außerdem noch zu verzinnen.

Man legt öfter bei dem Ausgießen eines Excenterringes das Excenter in denselben, und kann man auf diese Weise das Ausdrehen desselben ersparen, erhält aber auch leichter einen löcherigen, unganzen Guß.



(1 : 16)

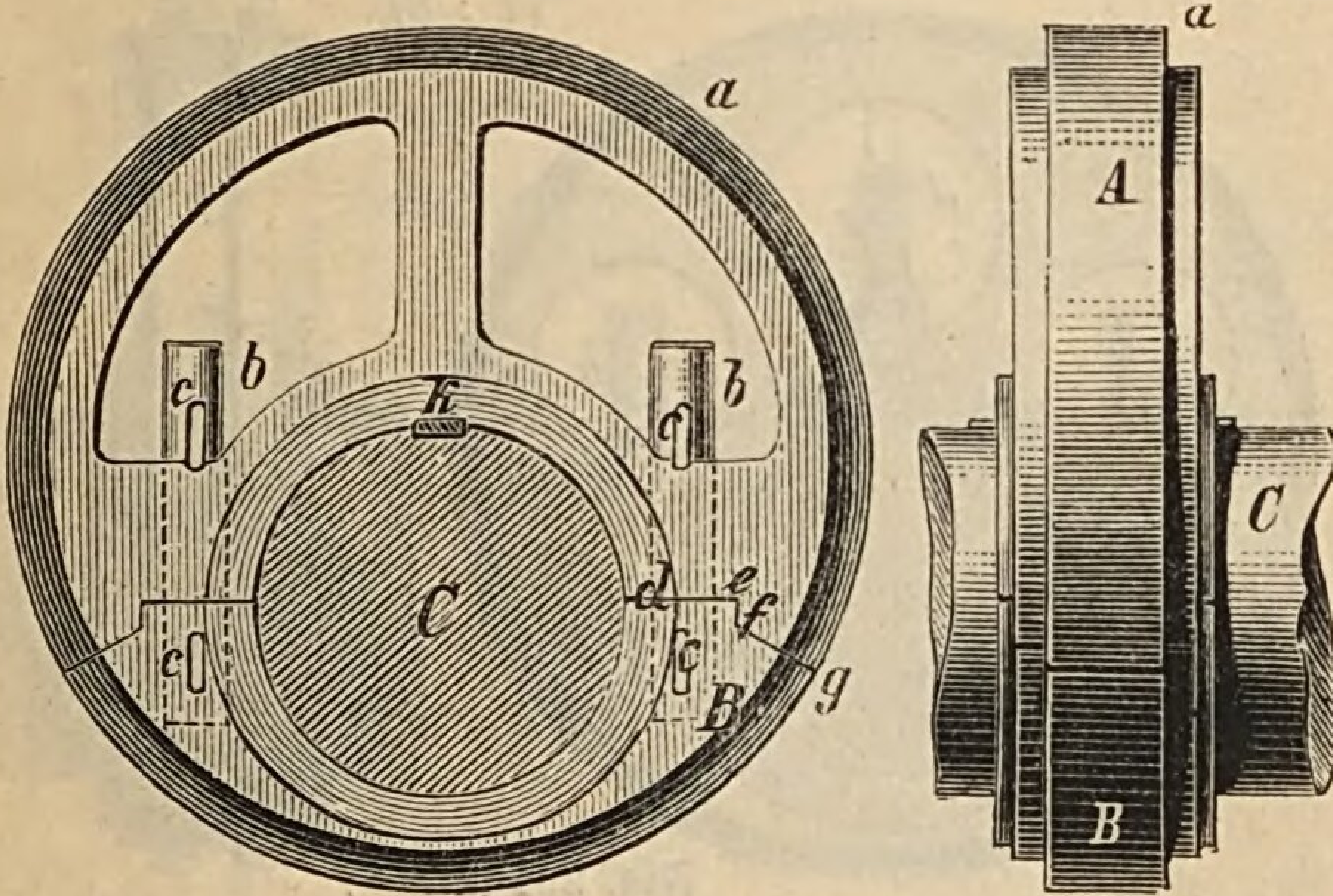
Fig. 277 u. 278.

**Excentric.** Die beiden zur Bewegung einer Coulisse gehörenden Excenter werden meist getrennt von einander angefertigt und einzeln auf der Achse befestigt. Da sie, Fig. 277 und 278, verstellt gegen einander aufgekeilt werden müssen, sich auch der Räder wegen nicht auf die Achse schieben lassen, also zweitheilig zu machen sind, so würde der beiden gemeinschaftliche Schnitt ungünstig ausfallen.

Die Befestigung des Excenters auf der Achse wird durch Keile bewirkt, die der beiden zu einander gehörenden Theile durch Schraubenbolzen und Keile oder durch Stiftschrauben und Muttern.

Bei Locomotiven, bei welchen die Steurung außerhalb der Räder liegt, können oft beide Excentrics in einem Stücke gegossen

und auf die Achse geschoben werden. Die Fig. 279 und 280 stellen ein Excentric von Gußeisen dar, A und B sind die beiden Theile desselben, C ist die Achse, auf welcher das Excentric durch den Keil k befestigt ist.




(1 : 8)
Fig. 279 u. 280.

Die Bolzen b vermitteln nebst den Keilen c den Anzug der beiden Excentrictheile A und B gegen einander. Den Zweck der Rippe a haben wir schon früher kennen gelernt, es bleibt nur noch übrig, auf die Gestalt der Fuge d e f g aufmerksam zu machen, welche so gewählt ist, daß alle spitzen Ecken vermieden sind. In den Fig. 281 und 282 ist ein Excentric von Schmiedeeisen angegeben, A und B bedeuten wieder die beiden Theile desselben, C die Achse. Die Verbindung der beiden Theile ist ähnlich wie vorher durch die Bolzen b und die Keile c c′ bewirkt. Statt die mit c′ bezeichneten Keile anzuwenden, kann man auch den Bolzen b b unten Gewinde geben und sie in den Theil B einschrauben.

Die Befestigung des Excentrics auf der Achse ist durch die Stellschraube s bewirkt, welche so lang gemacht werden muß, daß sie nicht verloren gehen kann, wenn sie sich lösen sollte; sie muß also länger sein als der Durchmesser des Loches d. Sie wird

vor dem Aufbringen des Excentrics auf die Achse von unten eingeschoben. Die Mutter e dient als Gegenmutter. Die Anbringung eines besonderen Keiles bleibt auch bei Anwendung der Stellschrauben immer noch empfehlenswerth.

(1 : 8)

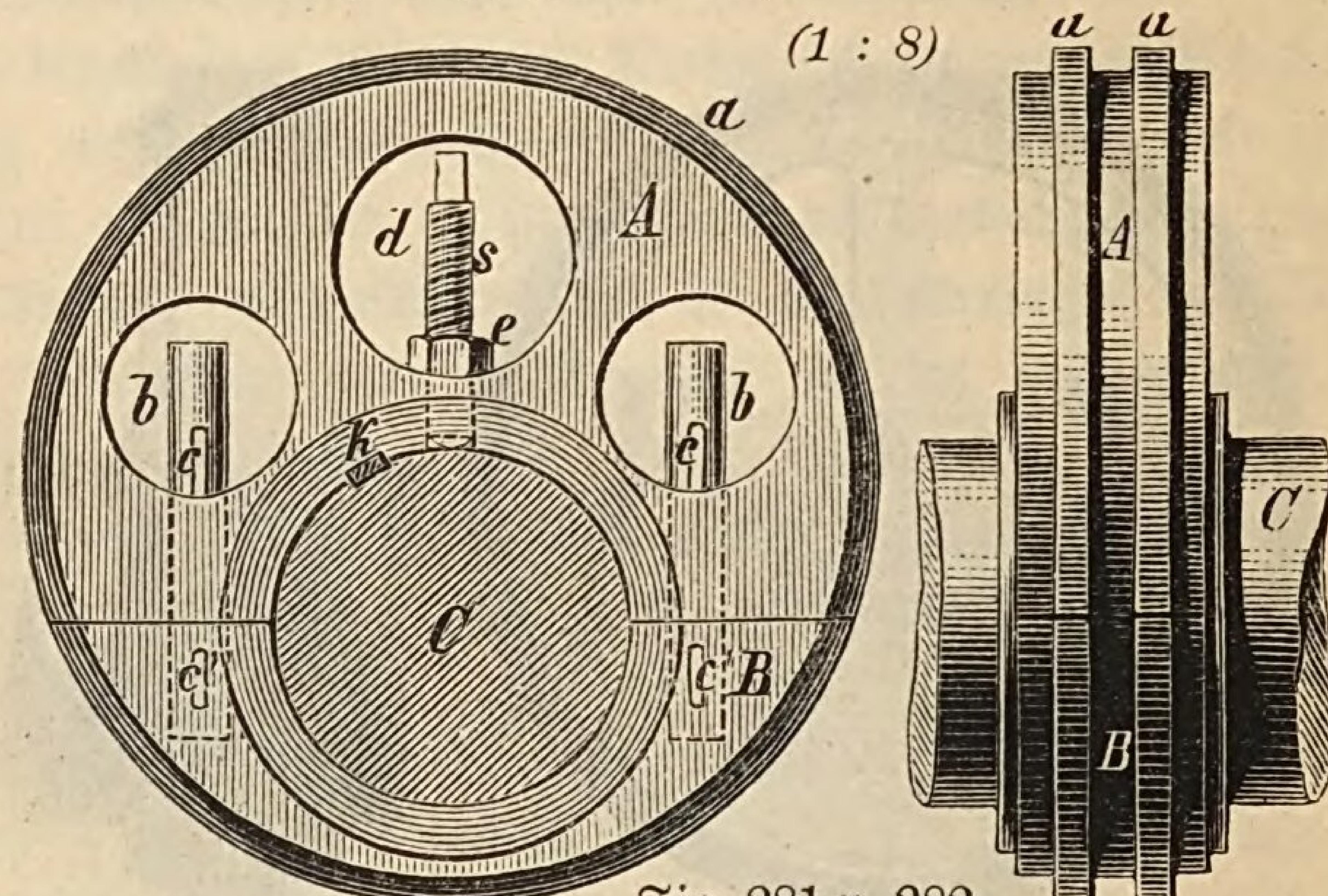



Fig. 281 u. 282.

Nachdem wir die einzelnen Theile, welche die Bewegung des Schiebers von der Treibachse aus vermitteln, kennen gelernt haben, erübrigt noch die Beschreibung derjenigen Theile, welche den Führer in den Stand setzen, vom Führerstande aus den Coulissenstein mit den den verschiedenen Expansionsgraden entsprechenden Stellen der Coulisse in Verbindung zu setzen. Die zu diesem Zweck dienenden Vorrichtungen sind bei den besprochenen Steuerungen dieselben; durch die Verlegung des Händels A (Fig. 283—287), oder durch die Drehung einer Schraube wird die Zugstange B und damit der auf der Steuerungswelle D festgekeilte Hebel C bewegt und durch diesen eine Drehung der Steuerungswelle nach der einen oder der anderen Richtung hervorgebracht, je nachdem die Zugstange vor- oder rückwärts gelegt wird.

Bei der Steuerung von Stephenson wird durch die Hebel E und die Hängeeisen F bei einer Drehung der Steuerungswelle die Coulisse gehoben oder gesenkt, bei der Steuerung von Gooch überträgt sich diese Bewegung auf die Schieberzugstange, bei der

*(1 : 100)*

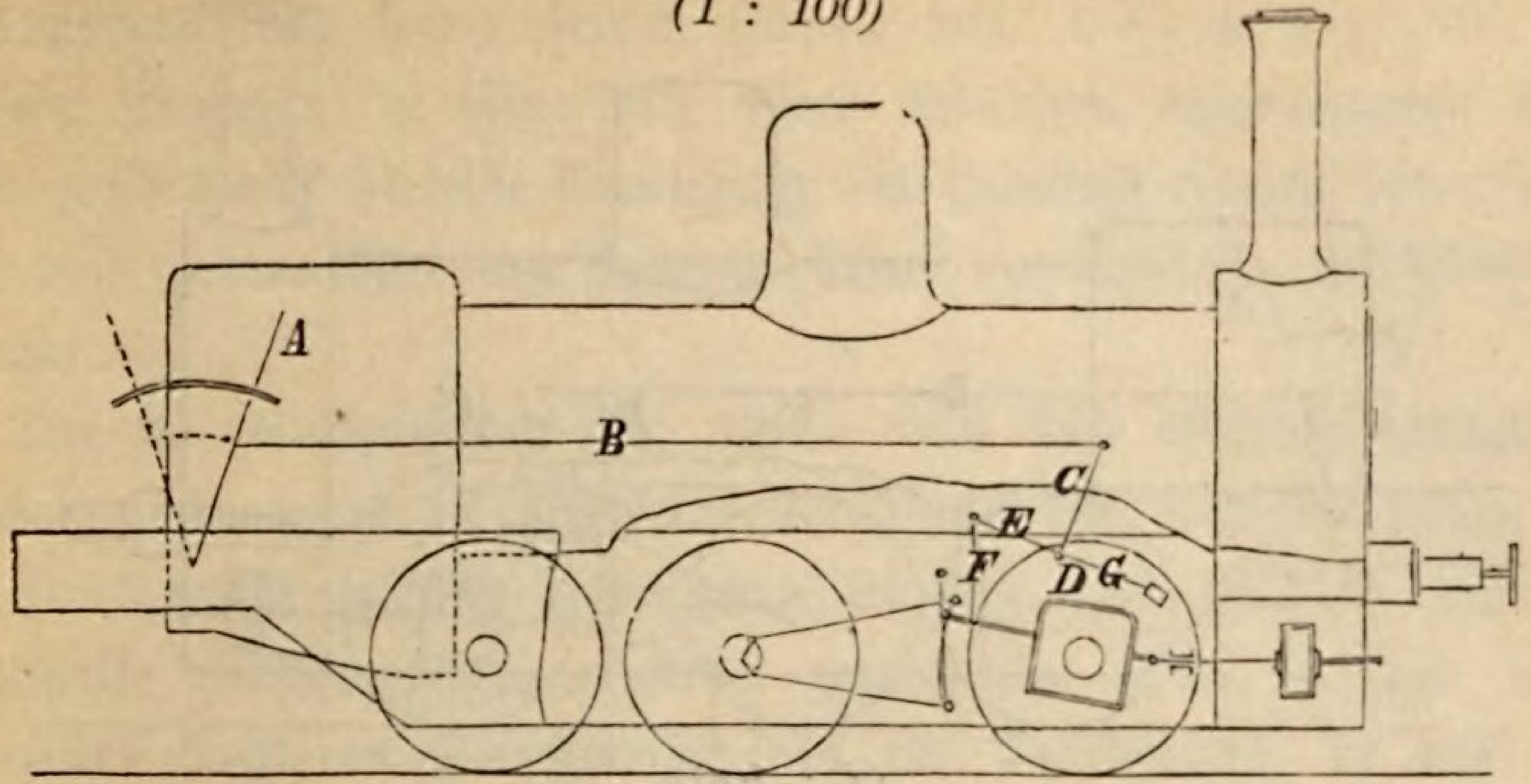



Fig. 283.

*(1 : 100)*

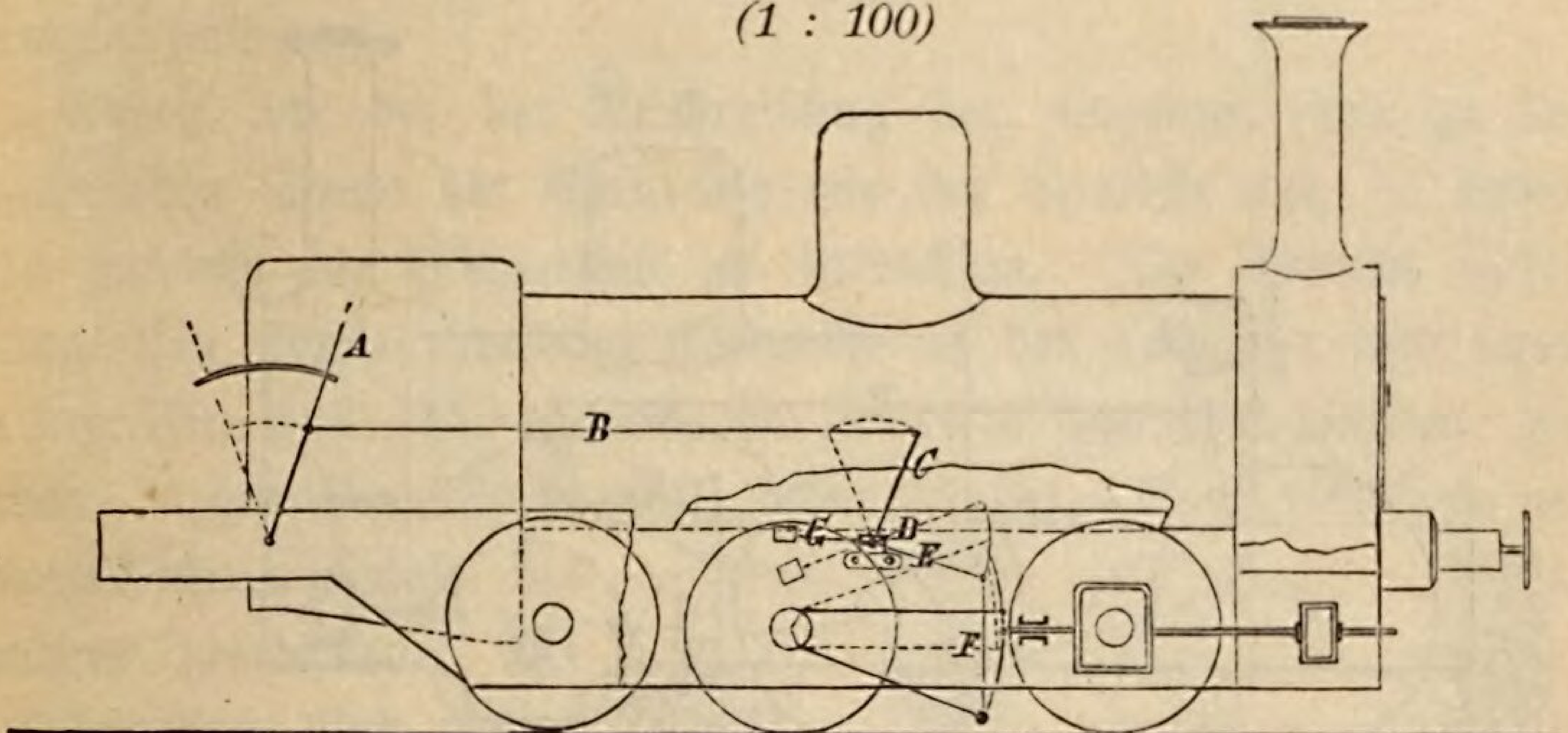



Fig. 284.

*(1 : 100)*

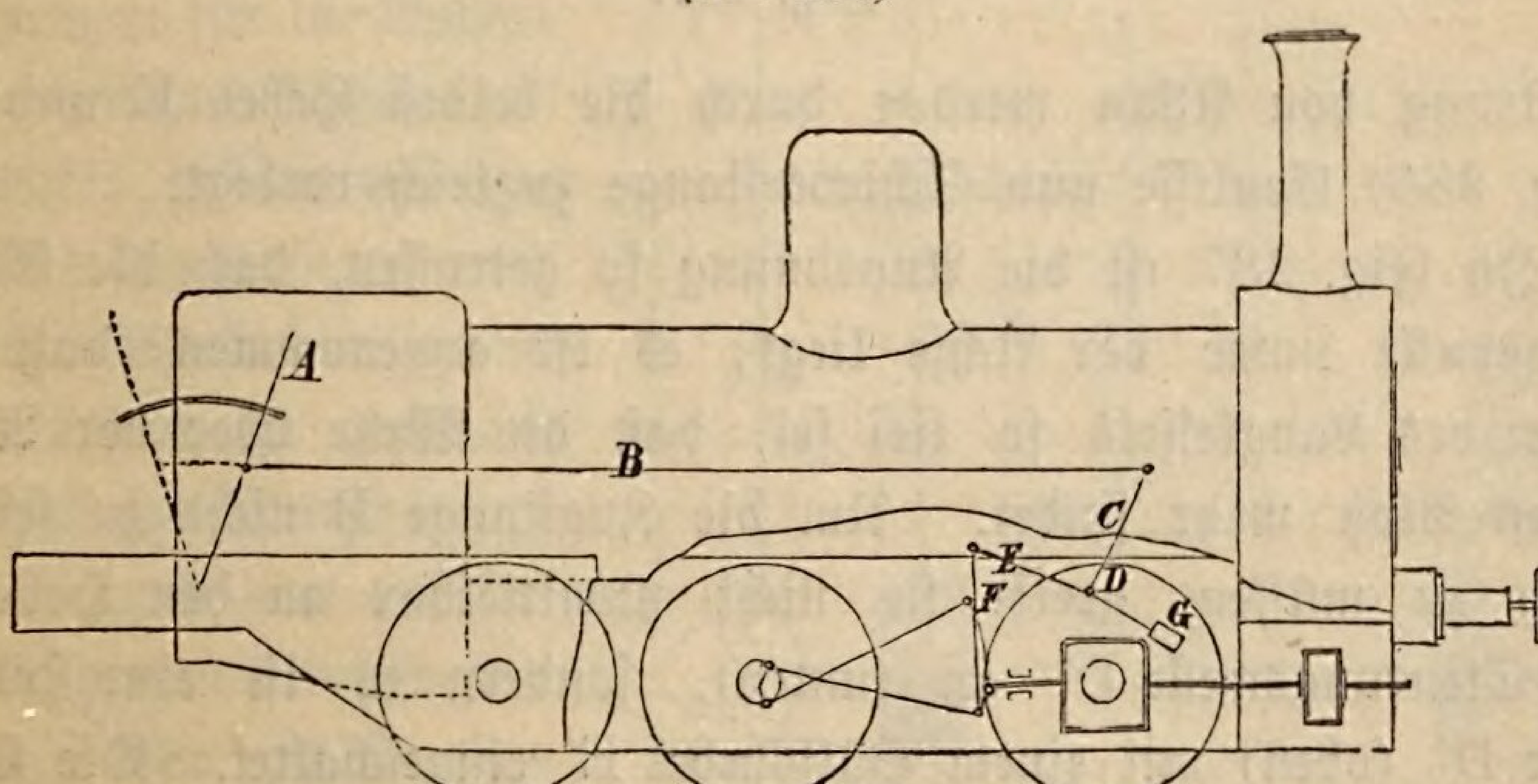
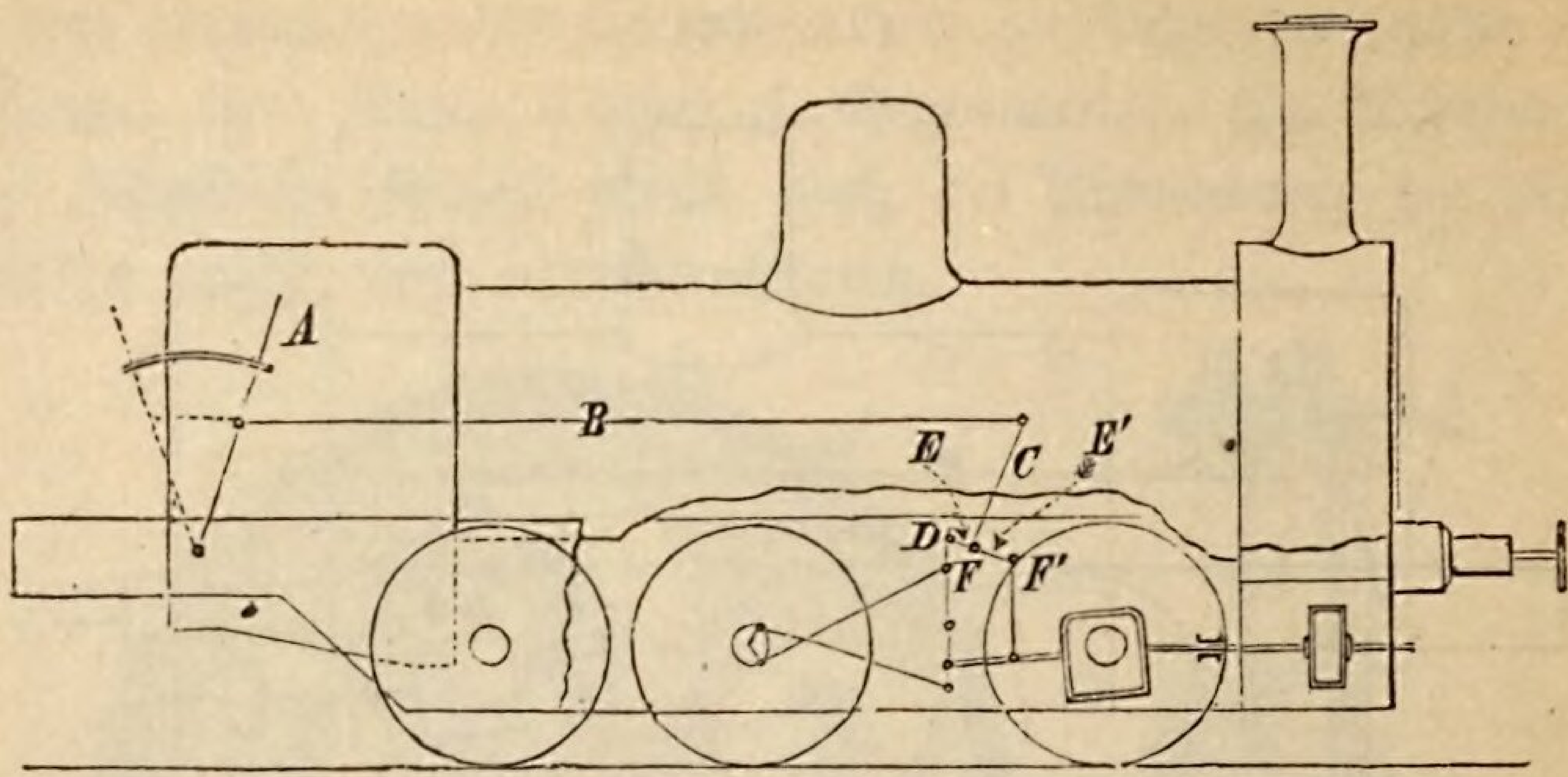
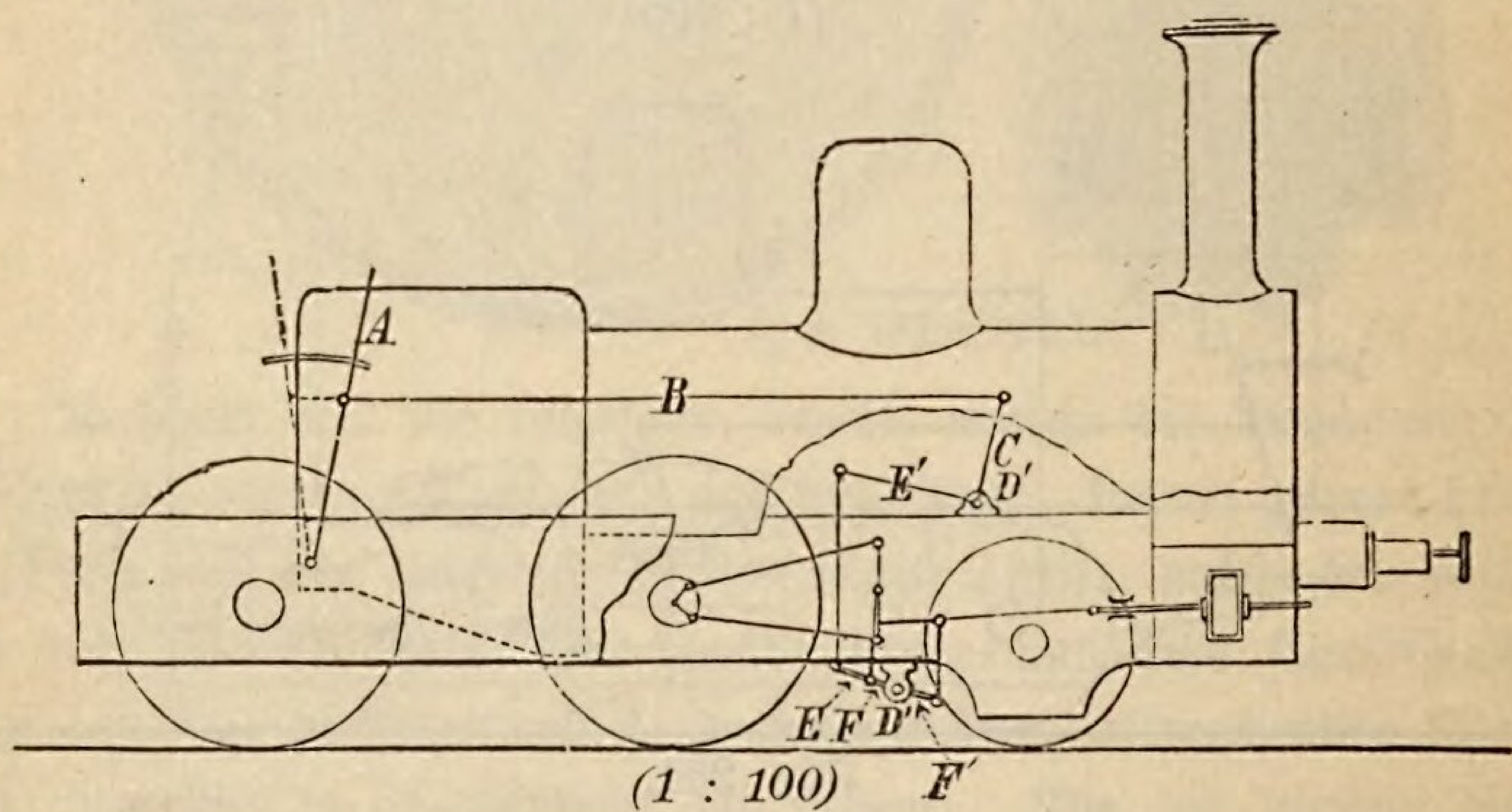



Fig. 285.




(1 : 100)

Fig. 286.




(1 : 100)

Fig. 287.

Steurung von Allan werden durch die beiden Hebel E und E′ (Fig. 286) Couliſſe und Schieberſtange zugleich verlegt.

In Fig. 287 iſt die Anordnung ſo getroffen, daß die Steuerungswelle unter der Achſe liegt; es iſt angenommen, daß die Lage des Langkeſſels ſo tief ſei, daß die Welle über der Achſe keinen Platz mehr findet. Um die Zugſtange B nicht zu ſchräg legen zu müſſen, greift ſie nicht unmittelbar an den Hebel E der Steurungswelle D′ an (unten), ſondern es iſt eine Hülfswelle D′ (oben) mit einem Hülfshebel E′ eingeſchaltet. Die Lage der Steurungswelle D in den Fig. 283 und 284 iſt verſchieden

angeordnet, was darin seinen Grund hat, daß in Fig. 283 gekreuzte, dagegen in Fig. 284 offene Stangen angenommen sind. Man will durch dieselbe Bewegung des Händels einmal den oberen und das andere Mal den unteren Theil der Couliſſe zur Wirkung bringen.

Die Locomotiven der Fig. 283—286 sind dreifach gekuppelte Gütermaschinen, es ist also eine Kröpfung der Schieberstange um die Vorderachse nöthig geworden; in Fig. 287 ist eine zweifach gekuppelte Personenzuglocomotive gezeichnet. Das Laufrad vorn hat einen kleineren Durchmesser als die Treibräder, so daß die Schieberstange über der Achse genügenden Platz für ihre Bewegungen findet.

Gehen wir bei der Beschreibung der einzelnen noch zu behandelnden Theile der Steuerung von der Couliſſe aus, so haben wir zunächst die Hängeeisen zu betrachten. Die Formen dieser Hängeeisen, sowie ihre Angriffspunkte an den Couliſſen sind schon in den Fig. 257, 258 u. 263, wo sie mit C bezeichnet wurden, gegeben, in den Fig. 288 u. 289, sowie in Fig. 290 u. 291 sind die Hängeeisen nochmals besonders gezeichnet. Die Hängeeisen sind aus Schmiedeeisen oder Stahl. Die Augen für die Bolzen werden, wenn sie sich ausgeschliffen haben, mit gehärteten Stahlringen ausgebuchst. Sie sind mit einem Schmierloche zu versehen, da die Bolzen immer in der Couliſſe und dem auf der Steuerungswelle befestigten Hebel, aber nie in den Hängeeisen festsitzen.

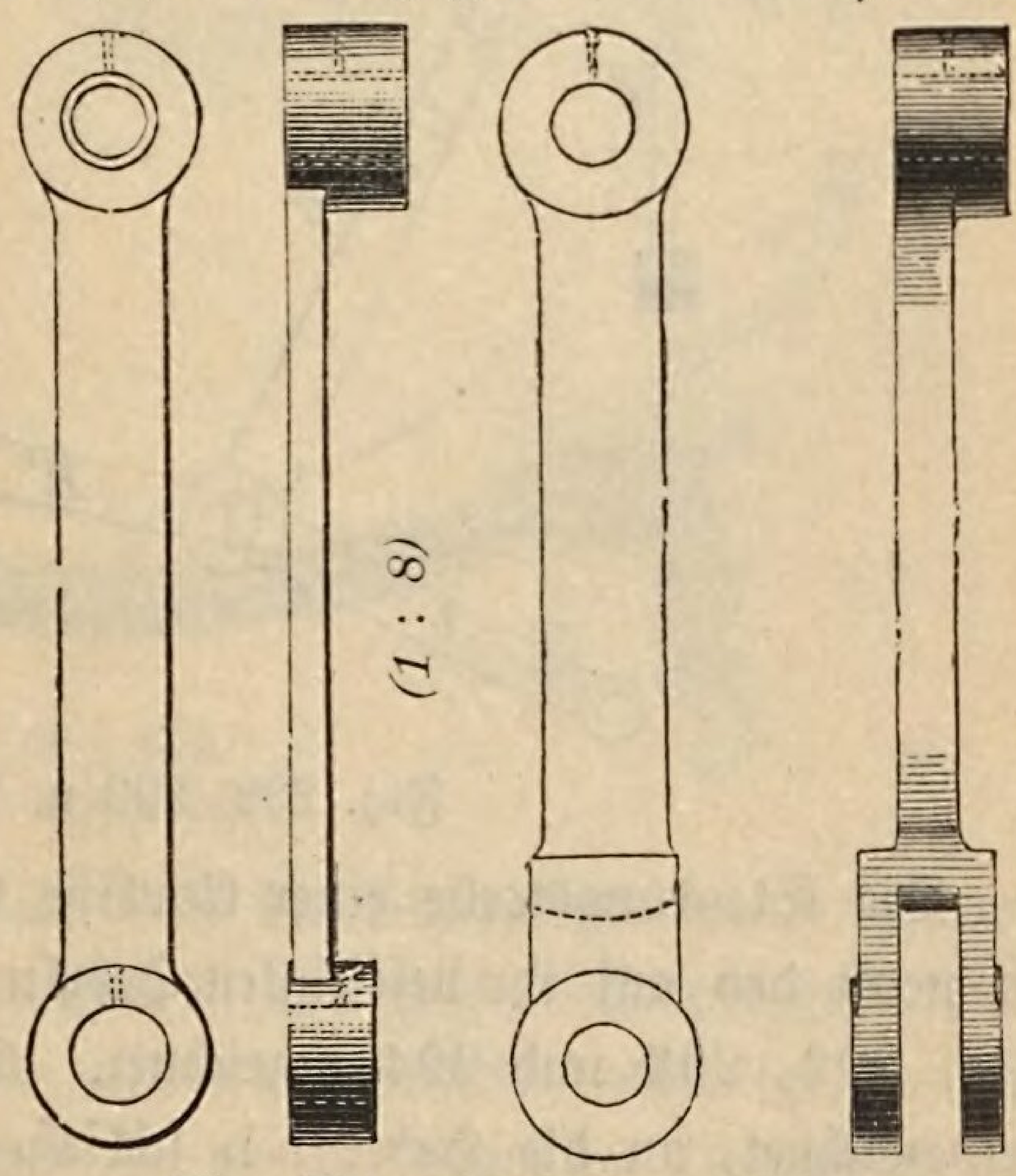


Fig. 288, 289, 290 u. 291.

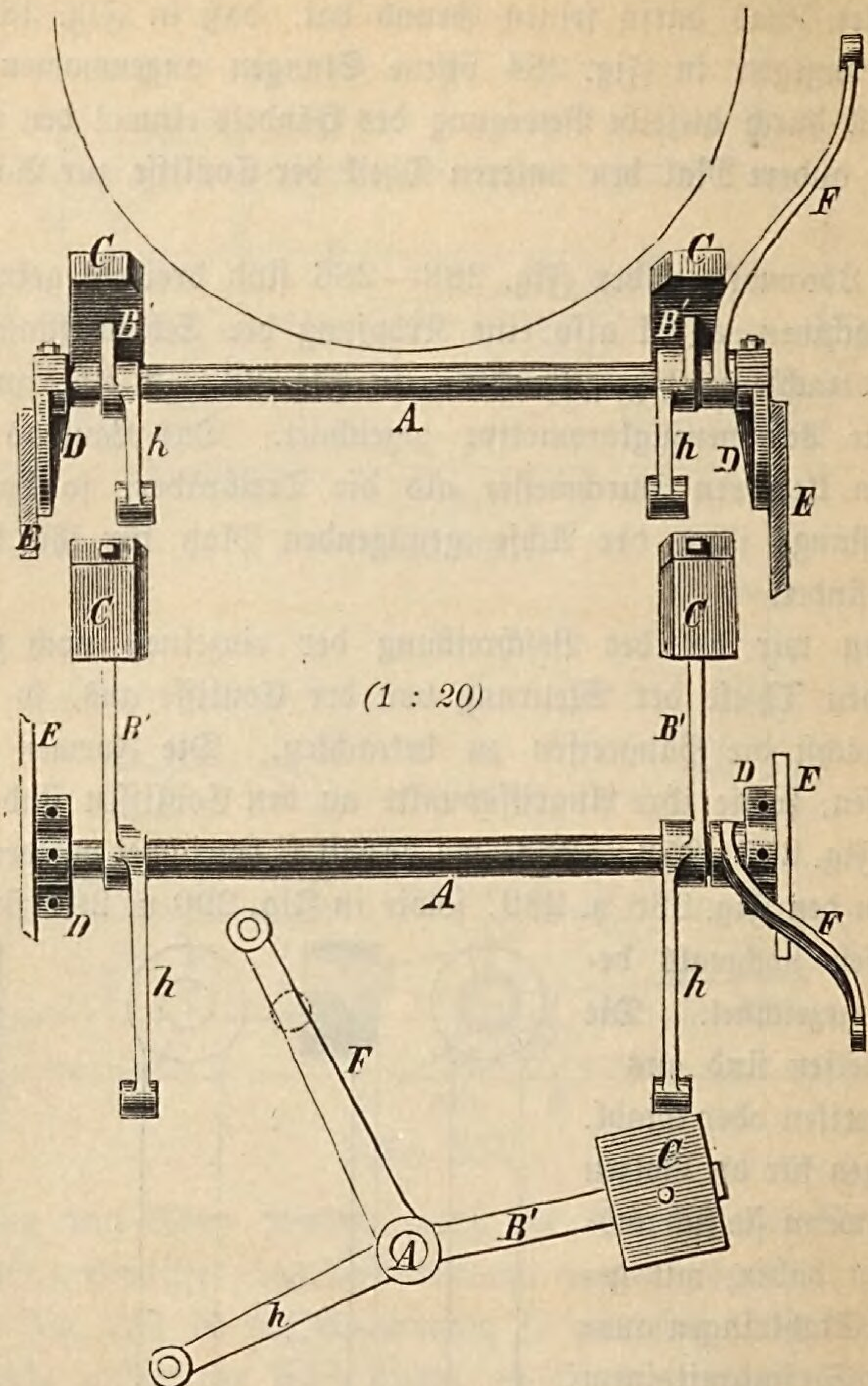



Fig. 292, 293 u. 294.

Die Steurungswelle einer Coulisse von Stephenson oder Gooch ist nebst den auf ihr befestigten Hebeln und Gegengewichten in den Fig. 292, 293 und 294 gezeichnet. Die Steurungswelle ist mit A bezeichnet, an die Hebel h h schließen sich die Hängeeisen. Die Hebel B', welche hier mit h aus einem Stücke gemacht sind, hätten

auch besonders aufgekeilt werden können, sie dienen zur Aufnahme der Gußkörper C, welche das Gewicht der Coulissen und der Excenterstangen ausgleichen sollen. Die Welle dreht sich in den beiden an den Rahmen E befestigten Lagern D; F ist der Hebel, durch welchen mittelst einer von dem Händel nach ihm führenden Zugstange diese Drehung vom Führerstande aus bewirkt wird.

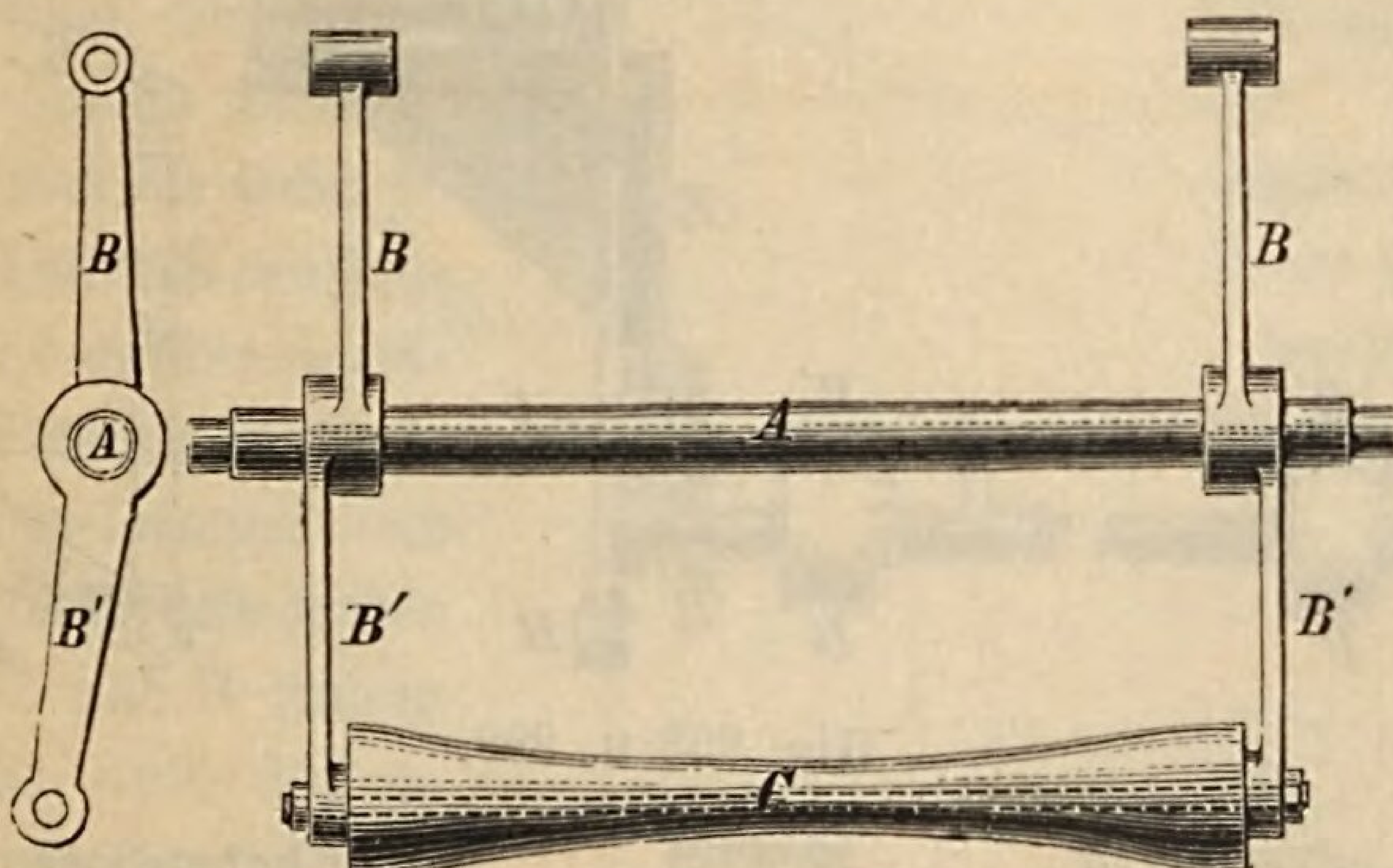
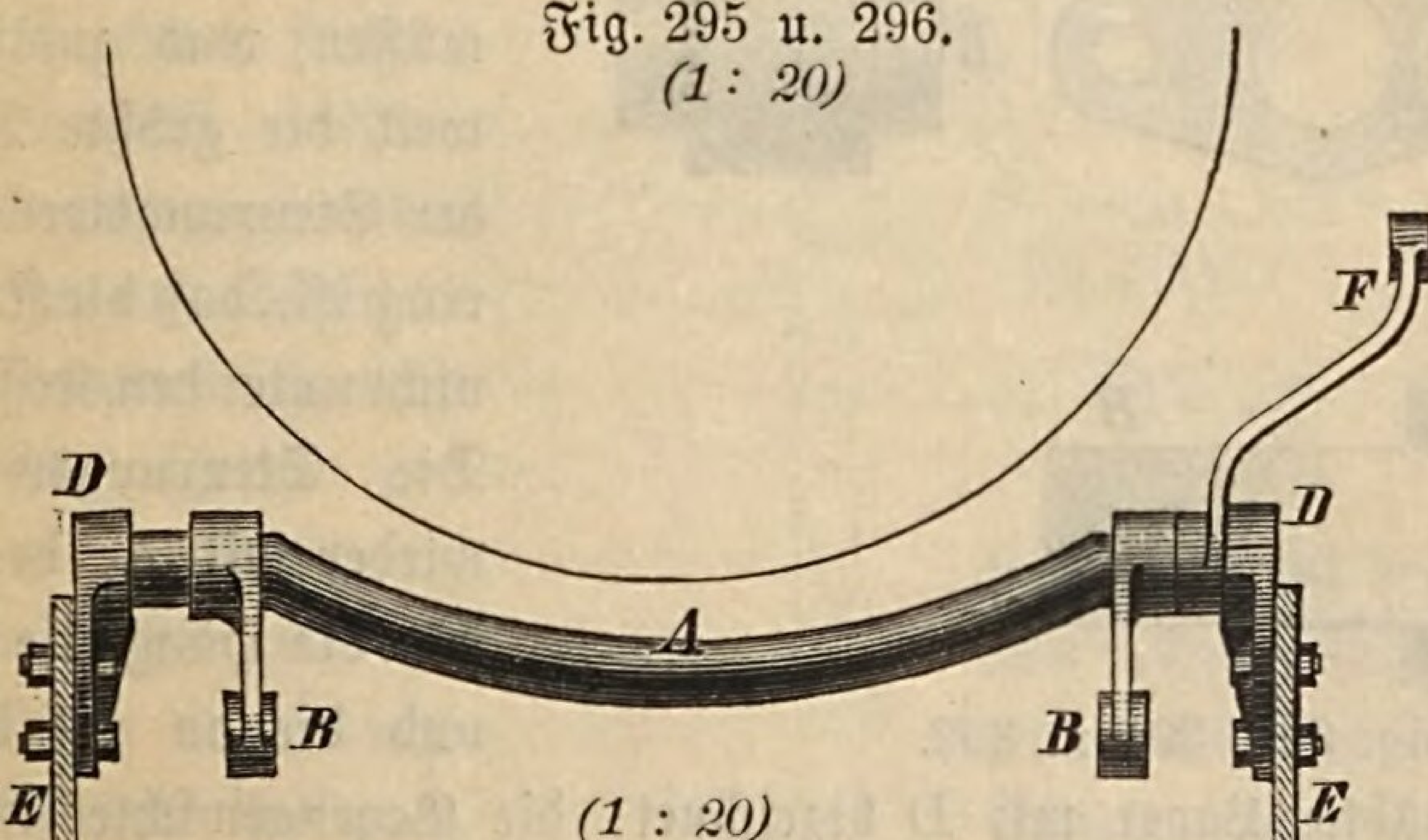



Fig. 295 u. 296.
(1 : 20)




(1 : 20)
Fig. 297.

In den Fig. 295 und 296 ist die Steurungswelle A mit den aus einem Stücke bestehenden Hebeln B und B′ nochmals gezeichnet; die beiden Gegengewichte sind zu einem Stücke C vereinigt, welches in der Mitte etwas schwächer ist, damit es bei der Verlegung der Steurung nicht unter den Kessel stößt.

Fig. 297 stellt die Steurungswelle einer Locomotive vor, bei welcher der Kessel so tief liegt, daß sie in der Mitte etwas nach

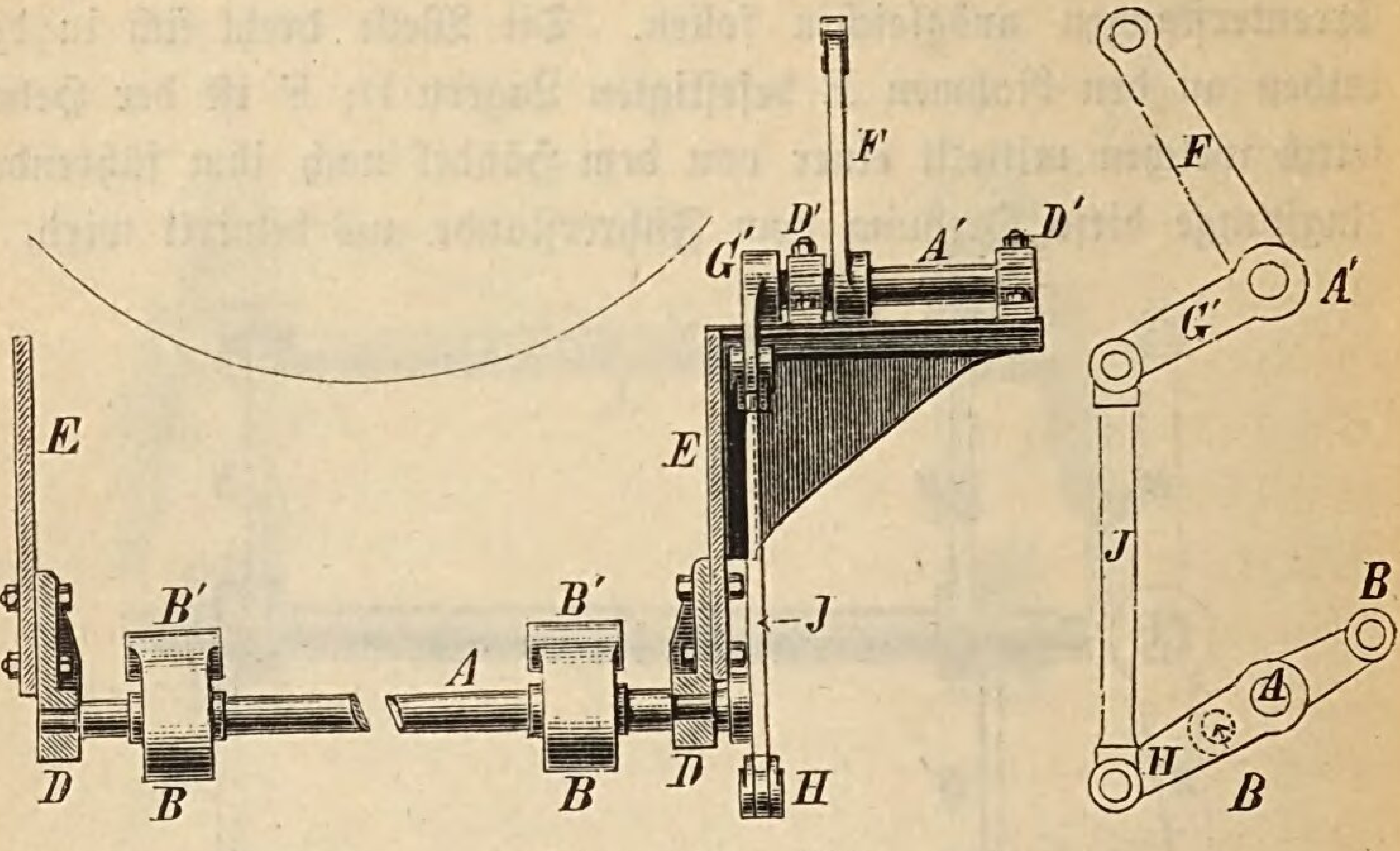



Fig. 298 u. 299.

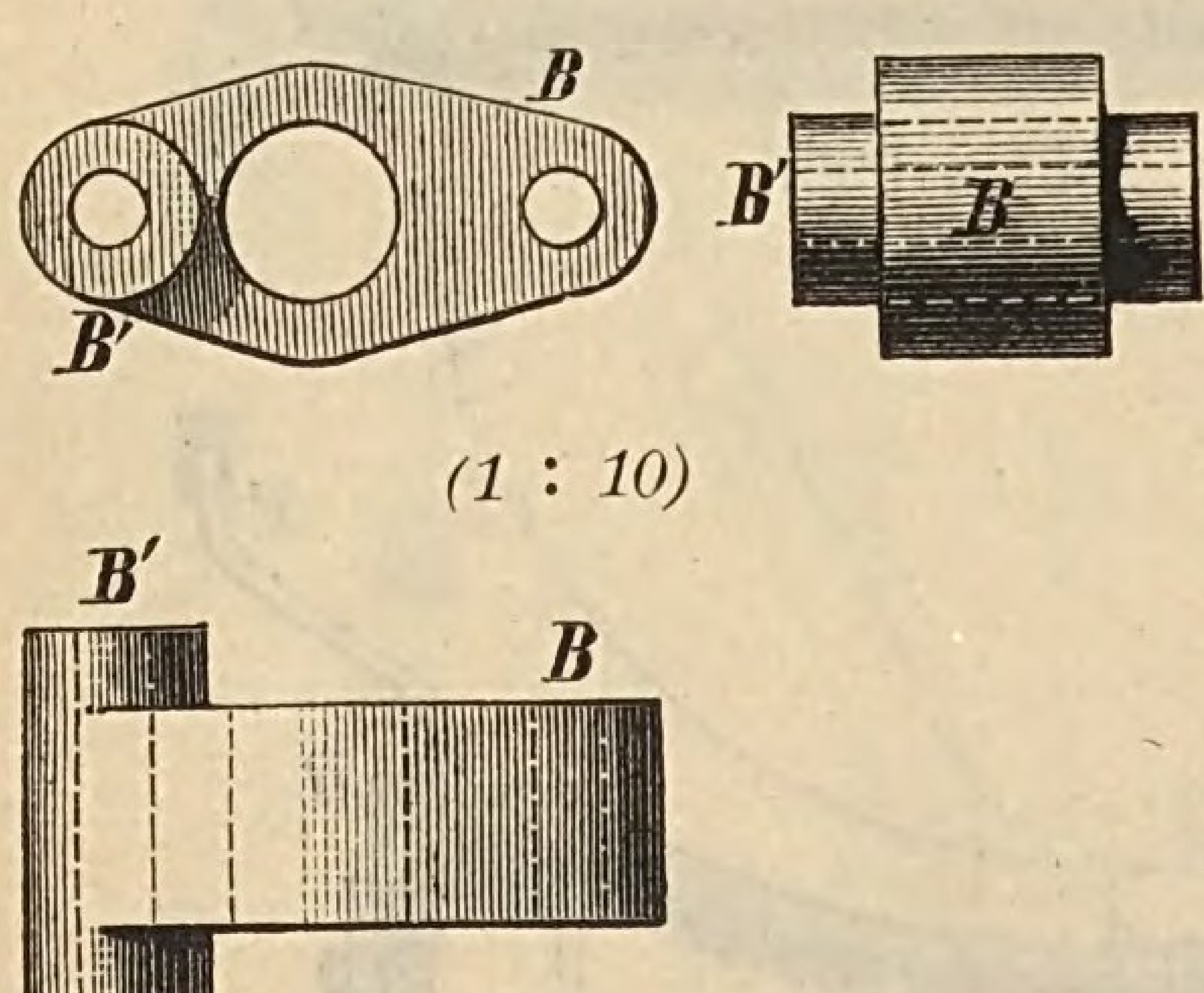



Fig. 300, 301 u. 302.

unten hat gebogen werden müssen, was zuläßig ist, weil die größte Drehung der Steurungswelle so gering ist, daß die Kröpfung nicht unter den Kessel stößt. Die Steurungswelle ist wieder mit A, der Hebel für die Hängeeisen mit B und die an die Rahmen geschraubten Lager mit D bezeichnet; die Gegengewichte sind fortgelassen.

In Fig. 298 und 299 ist die Lage des Kessels so tief, daß die Hängeeisen zu kurz ausfallen würden, wenn man die Steurungswelle über die Achse legen wollte; man hat die Welle deshalb nach unten gebracht und oben eine mit A' bezeichnete Hülfswelle angebracht, welche sich in den mit D' D' bezeichneten Lagern dreht.

Die Anordnung gehört einer Allan'schen Steurung an. Die Bewegung erfolgt so: Die Zugstange wirkt auf den Hebel F, dieser überbringt die Bewegung auf die Welle A′ und durch die Hebel G′ und H mittelst der Zugstange J auf die eigentliche Steurungswelle A. Die doppelarmigen, aus einem Stück bestehenden Hebel B und B′ sind in den Fig. 300, 301 u. 302 noch einmal besonders gezeichnet, sie verlegen mittelst entsprechender Hängeeisen die Coulissen und Schieberschubstangengleichzeitig.

Die Form der Steurungswellenlager entspricht der der gewöhnlichen Lager und bedarf keiner weiteren Beschreibung.

Die Fig. 303, 304, 305 u. 306 sollen dazu dienen, die Lage der einzelnen Steurungstheile zu einander noch besser zu veranschaulichen. Fig. 303 entspricht der Anordnung einer Stephenson'schen Steurung mit gekreuzten Stangen. A ist die Steurungswelle, B der Hebel, an welchem die Hängeeisen anfassen. Statt des Prisma und dessen Führung ist die einfachere Anordnung getroffen, die Stange D durch ein einfaches Hängeeisen C′, welches um den festen Drehpunkt a schwingt, zu führen. Es wird dadurch noch das Gelenk b nöthig, welches die früher

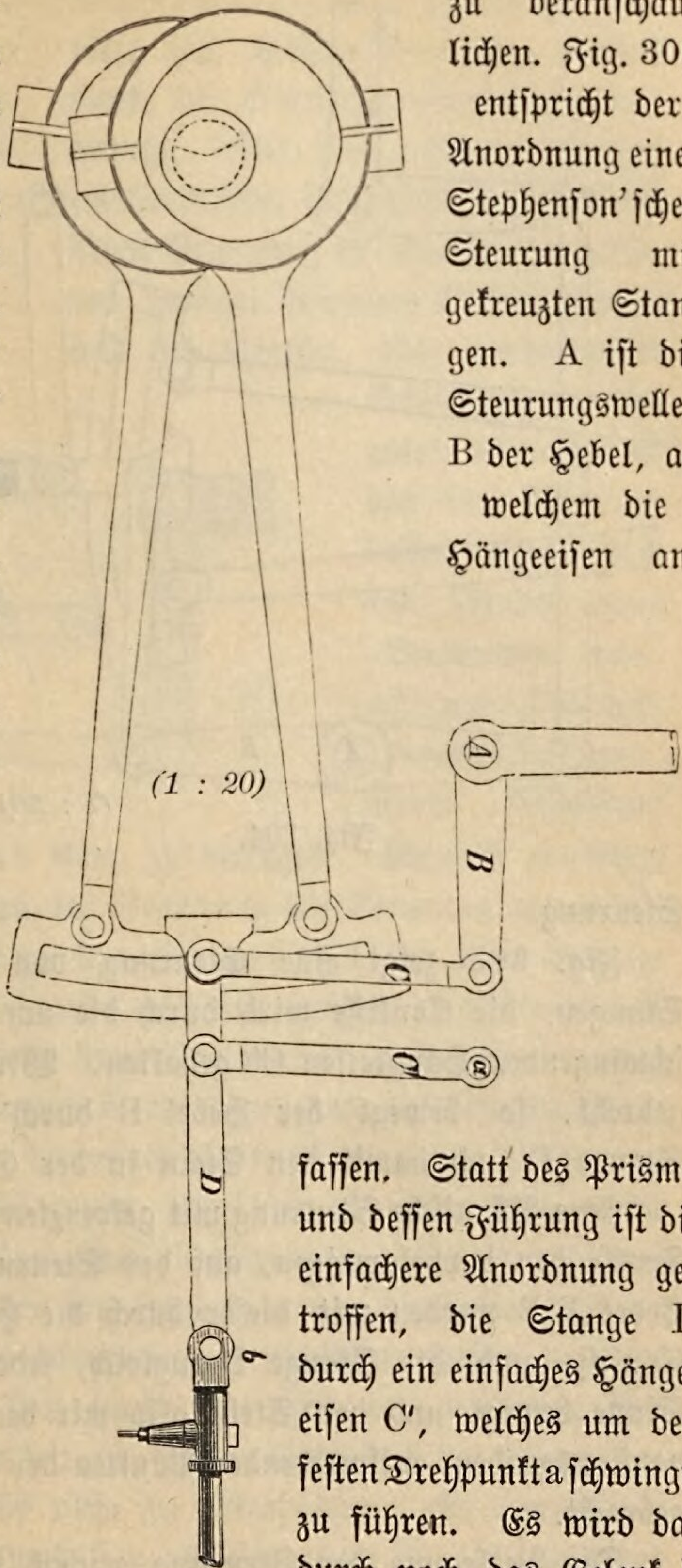


Fig. 303.

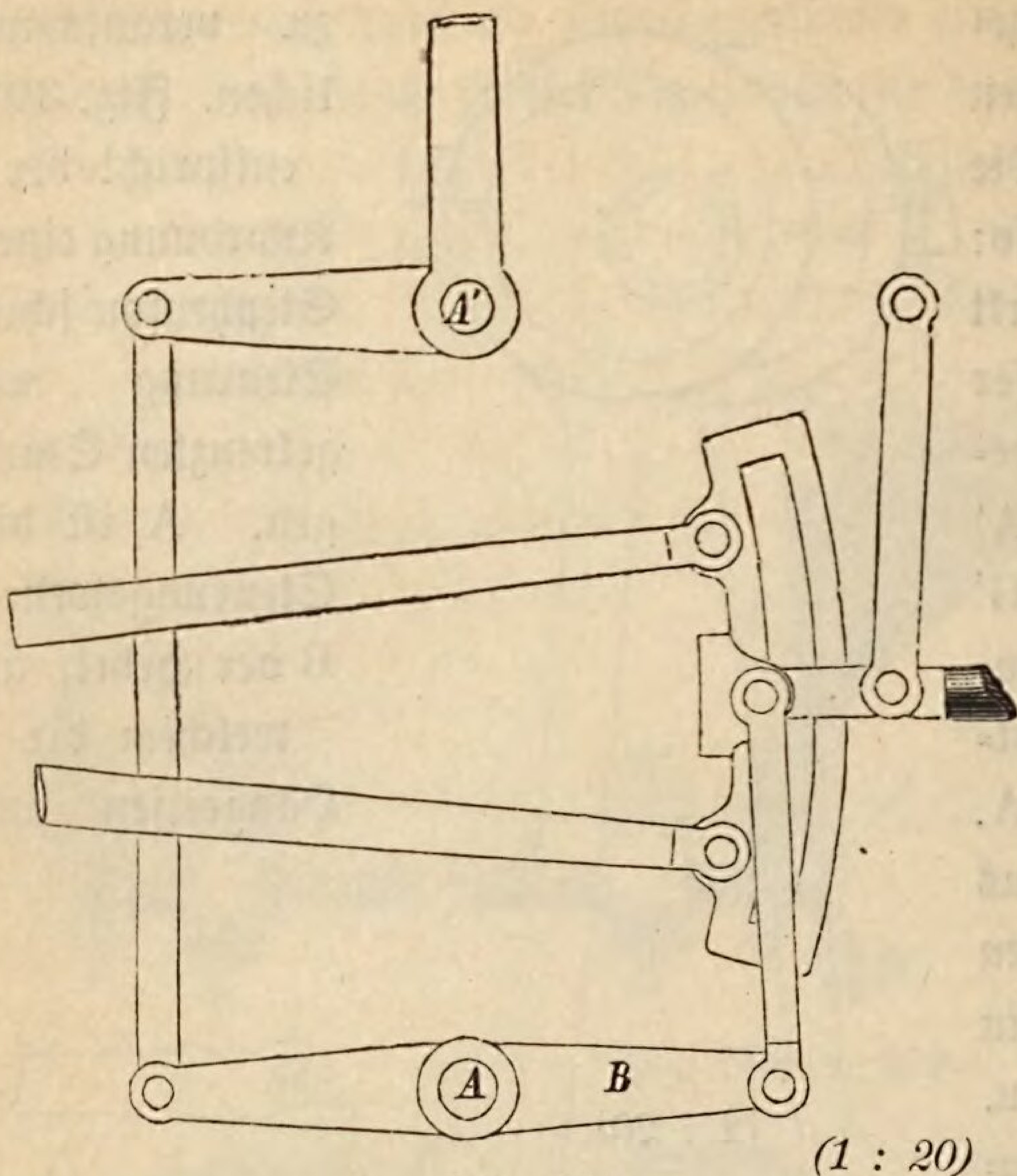


Fig. 304.

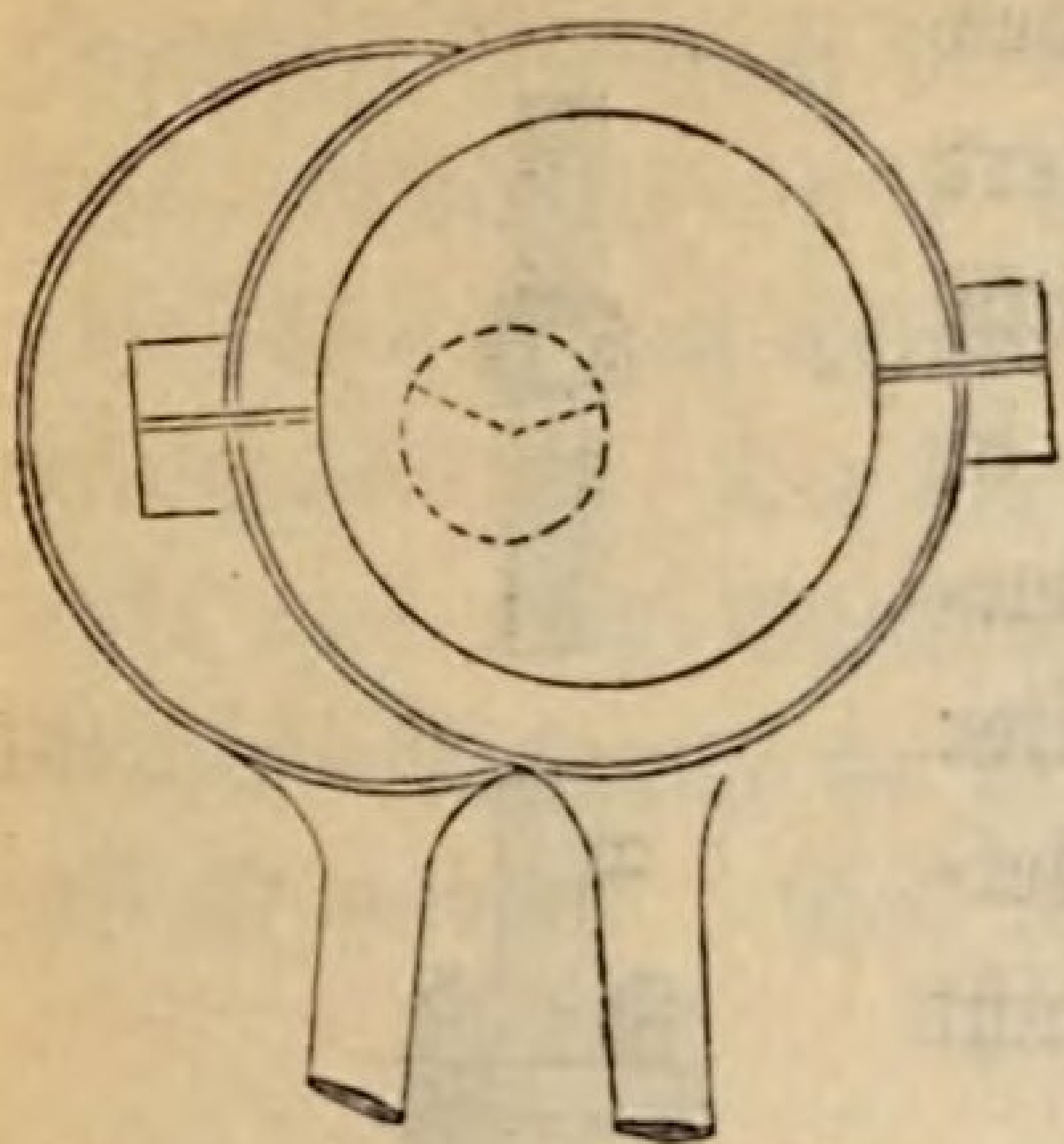
gerügten Uebelstände, also Vergrößerung des todten Ganges im Gefolge hat.

Fig. 304 stellt gleichfalls eine Anordnung der Steurung von Stephenson dar; die Steurungswelle ist nach unten verlegt und oben ist die Hülfswelle A' eingeschaltet. Die Geradführung der Schieberstange erfolgt wie bei der vorigen Steurung.

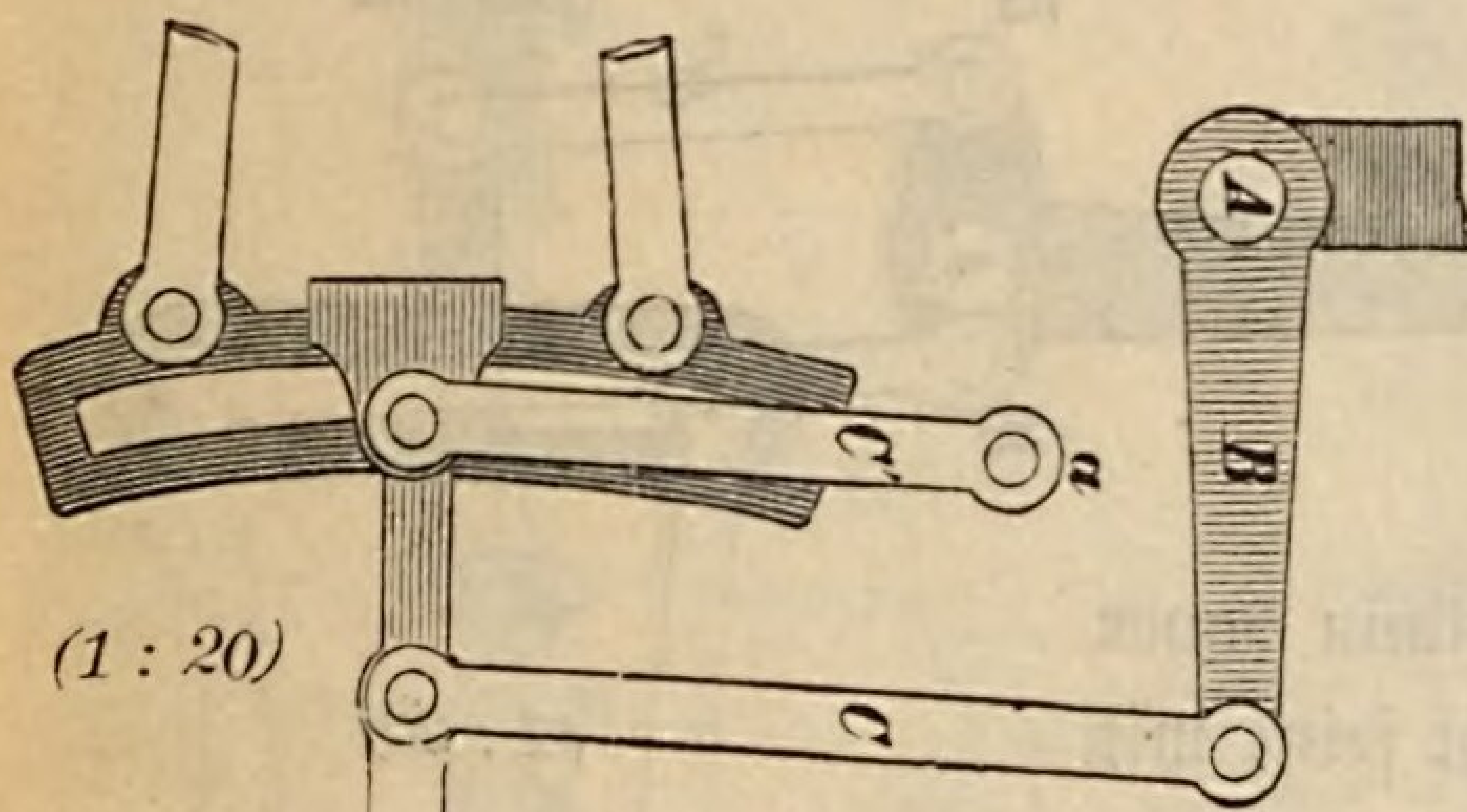
Fig. 305 zeigt eine Steurung von Gooch mit gekreuzten Stangen, die Coulisse wird durch die um den festen Drehpunkt a schwingenden Hängeeisen C' gehalten. Wird die Steurungswelle A gedreht, so bewegt der Hebel B durch die Hängeeisen C die Stange D und damit den Stein in der Coulisse.

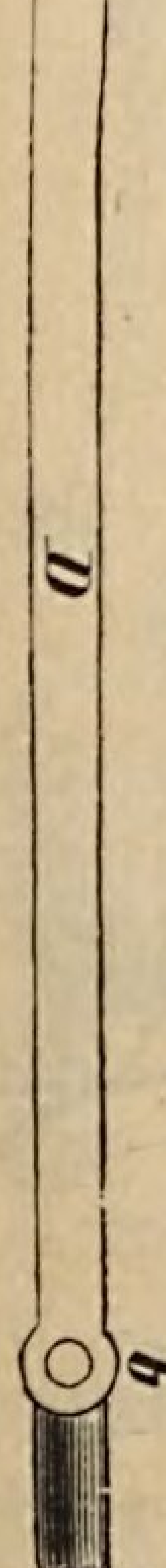
Eine Allan'sche Steurung mit gekreuzten Stangen zeigt Fig. 306. Durch den doppelarmigen, auf der Steurungswelle A festgekeilten Hebel B B werden mit dieser durch die Hängeeisen C und C' die Coulisse und die Stange D zugleich, jedoch in entgegengesetztem Sinne bewegt und der Stein also mit den den verschiedenen Expansionsgraden entsprechenden Punkten der Coulisse in Verbindung gebracht.

Die Verlegung der Steurung geschah früher immer durch den auf dem Führerstande an der rechten Seite neben der Feuerkiste



angebrachten **Händel**; neuerdings wird diese sog. **Händelsteurung** vielfach durch die **Schraubensteurung** verdrängt. Mit den größeren Dampfcylindern sind die Schieber größer und deren Bewegung ist schwerer geworden; nur wenige, besonders kräftige Führer sind im Stande, ohne vorher durch Schließung des Regulators den Dampf von dem Schieberkasten abzusperren, den Händel einer Locomotive von 475 mm Cylinderdurchmesser und einem Kesseldruck von 10 Atm. zu verlegen. Man ist genöthigt gewesen, die Bewegung der Steurung auf andere Weise zu bewirken und hat sich dazu bis jetzt die Schraube als am meisten empfehlenswerth erwiesen. Zwei Vortheile der Schraubensteurung sind besonders hervorzuheben: sie bietet die Möglichkeit innerhalb der durch die ganze Anordnung der Steurung gegebenen Grenzen mit jedem beliebigen Expansionsgrade zu arbeiten, während man bei der Händelsteurung durch die Zahl der in den Gradbogen befindlichen Zähne begrenzt ist. Der zweite Vortheil der leichteren Beweglichkeit ist für die Sicherheit des Eisenbahnbetriebs nicht zu unterschätzen. Es kommt vor, daß durch Herausfallen eines Bolzens aus der Zugstange des Regulatorschiebers oder durch





(1 : 20)

Fig. 305.

einen andern Umstand die Absperrung des Dampfes von dem Schieberkasten verhindert wird, weil der Führer den Regulator nicht schließen kann: Die Schraube ermöglicht in einem solchen Falle die Verlegung der Steurung bis zum todten Punkte oder weiter nach rückwärts, während dazu bei der Händelsteurung die Kraft eines Menschen oft nicht ausreicht. Die Verlegung der Steurung mittelst einer Schraube erfolgt langsamer als durch einen Händel, die Anwendung des letzteren kann daher bei Locomotiven erwünscht sein, mit welchen viel rangirt wird.

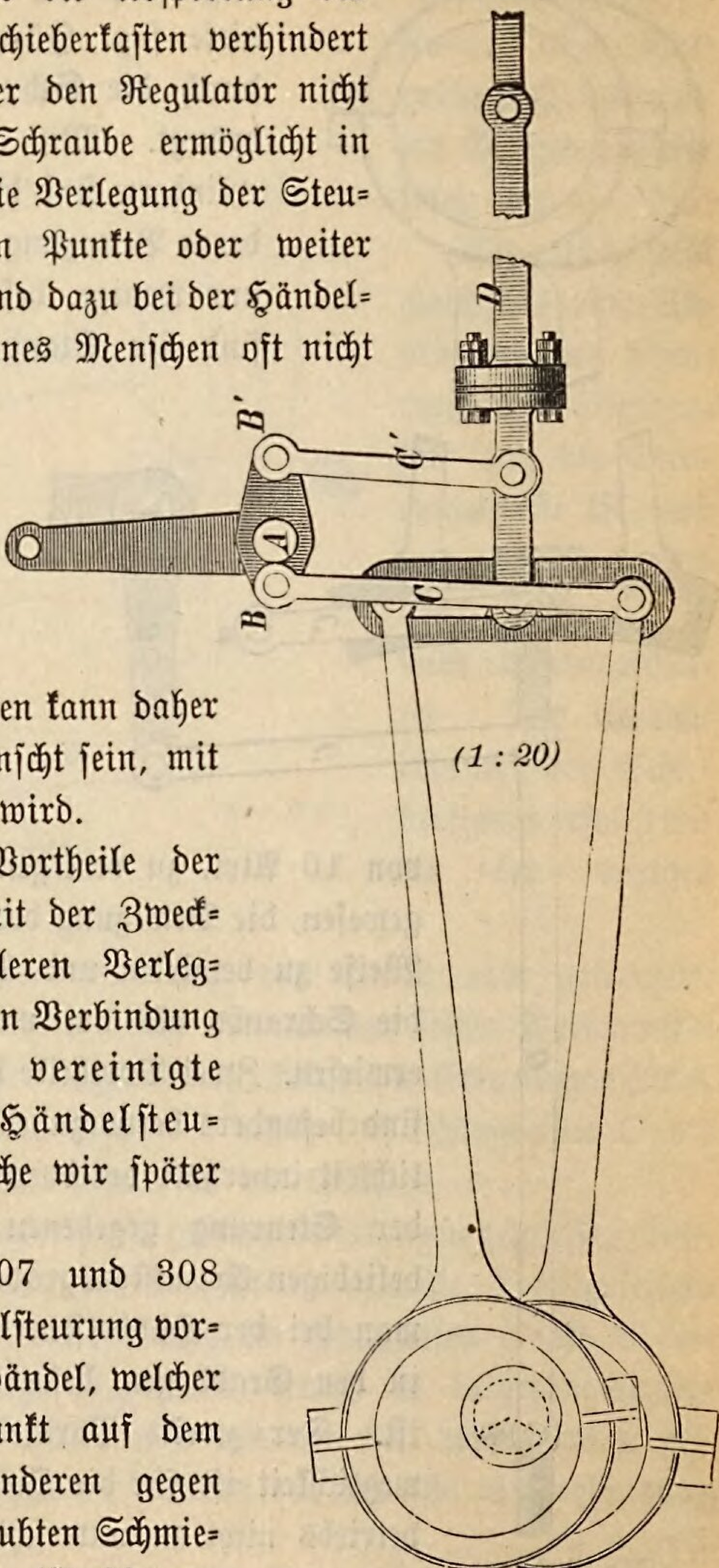


Fig. 306.

Man hat die Vortheile der Schraubensteurung mit der Zweckmäßigkeit der schnelleren Verlegbarkeit des Händels in Verbindung gebracht und eine vereinigte Schrauben- und Händelsteurung verfertigt, welche wir später beschreiben wollen.

In den Fig. 307 und 308 ist eine einfache Händelsteurung vorgeführt. A ist der Händel, welcher seinen festen Drehpunkt auf dem Zapfen a eines besonderen gegen den Rahmen F geschraubten Schmiedestückes hat; bei b ist die zu dem Hebel der Steurungswelle

führende Stange B durch einen Bolzen, auf welchem sie sich drehen kann, befestigt. D ist der gleichfalls am Rahmen befestigte Steuerungsbock, mit welchem der Gradbogen E durch zwei Schrauben verbunden ist. Der Händel A bewegt sich zwischen dem Steuerungsbocke und dem Gradbogen; er kann durch die mit C bezeichnete Riegelvorrichtung in den einzelnen Zähnen des Gradbogens festgestellt werden. Der Riegel wird stets durch die kleine Feder c

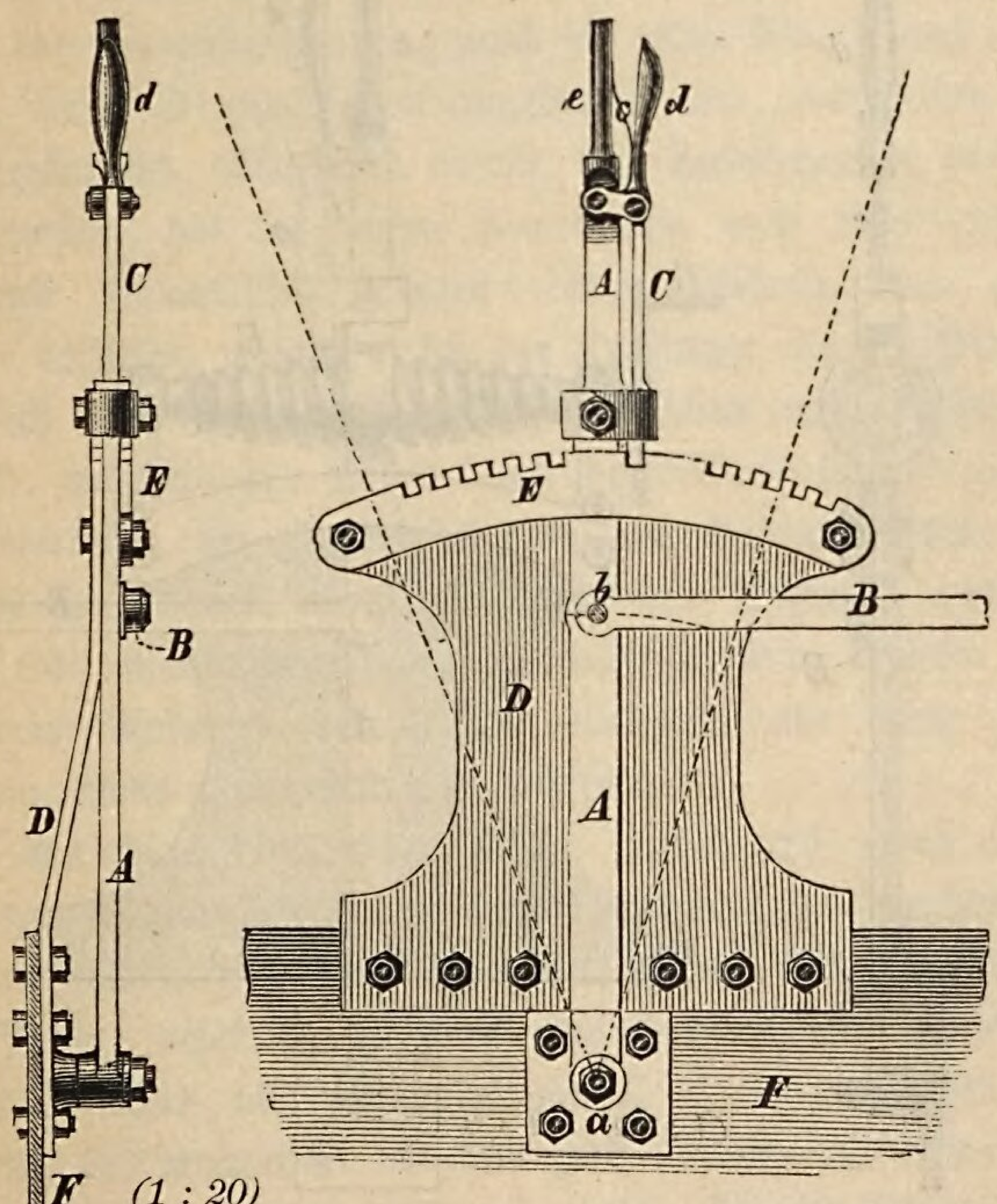



Fig. 307 u. 308.

nach unten gedrückt und nur dann emporgehoben, wenn der Führer bei Verlegung der Steuerung mit einem Griff die Theile d und e umfaßt und die Feder c zusammendrückt.

In der gezeichneten Stellung des Händels befindet sich der Coulissenstein in dem todten Punkte.

Die Fig. 309 und 310 zeigen eine vereinigte Händel- und Schraubensteurung. Die Bezeichnung der einzelnen Theile ist dieselbe wie bei der vorigen Anordnung. Der Gradbogen E der vorigen Figur ist durch eine cigarrenartig geformte Welle E, welche mit flachem Schraubengewinde versehen ist, ersetzt; der Riegel C wird durch die Feder c in die Vertiefung des Gewindes

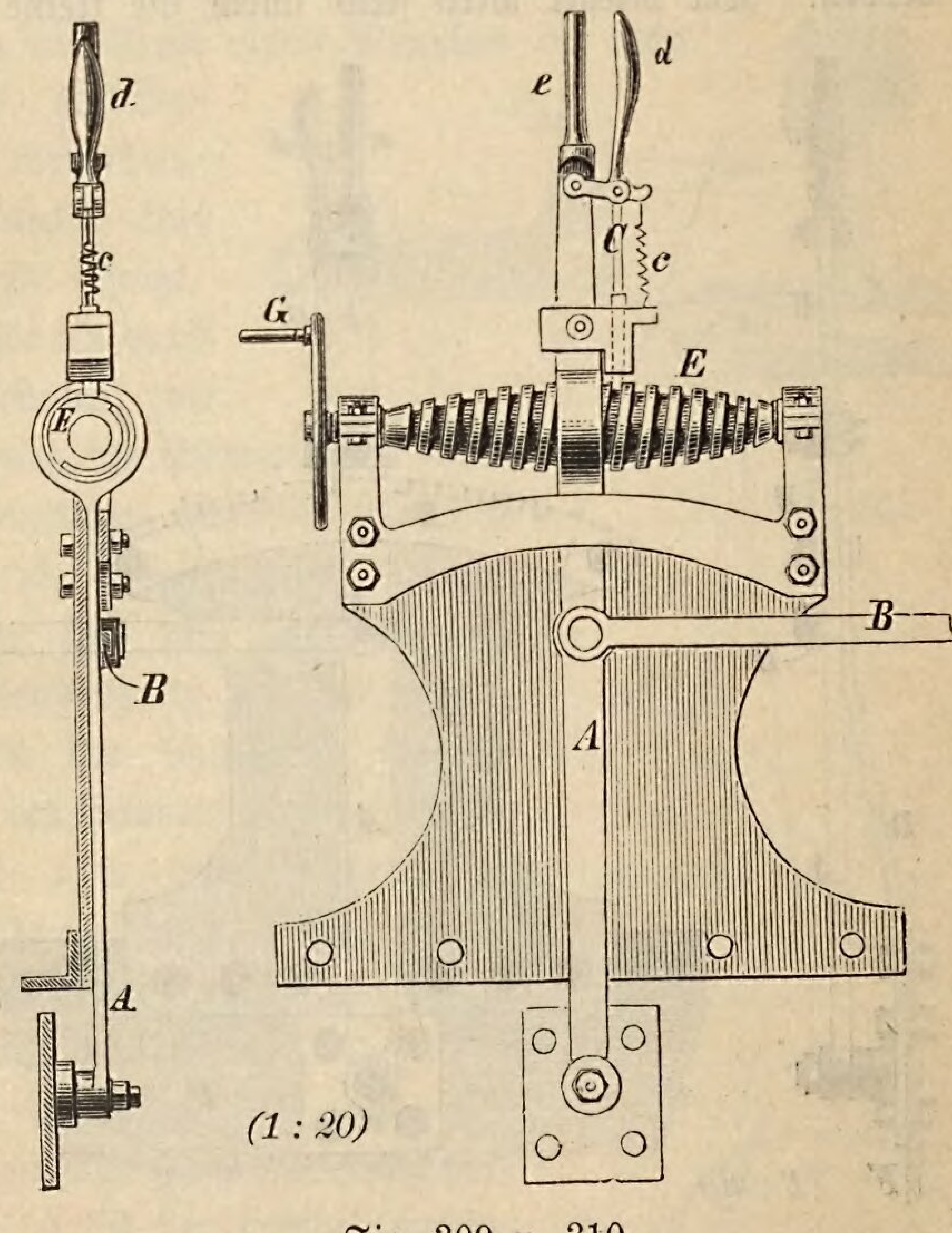



Fig. 309 u. 310.

gedrückt und kann die Verlegung des Händels entweder unmittelbar, wie bei der vorigen Anordnung, oder durch Drehung der Schraube mittelst des Rades G erfolgen.

Diese vereinigte Händel- und Schraubensteurung hat den Fehler, daß der Steigungswinkel der Schraubenspindel an jedem Punkte

ein anderer ist; der Riegel C kann nur einer bestimmten Neigung entsprechen, also auch nur an einer bestimmten Stelle überall gut anliegen. Ein anderer Uebelstand ist der, daß der Riegel und das Gewinde der Spindel sich nach und nach abnutzen, letztere am stärksten an den Punkten, wo sie am meisten gebraucht wird. Bei der Ersetzung des alten Riegels durch einen neuen ist daher das ganze Gewinde der Schraube nachzuschneiden, wenn er an allen Stellen gut passen soll.

Bei der Schraubensteuerung wird die ganze Einrichtung entweder auch an einem Steurungsbock angebracht oder unmittelbar an den Kessel geschraubt. Abgesehen davon, daß Anbohrungen des Kessels nöthig werden, hat die zweite Anordnung noch einen besonderen Uebelstand: sämmtliche übrigen Steurungstheile sind an dem Rahmen befestigt, welcher nebst der Zugstange für die Steurungswelle auch beim Anheizen der Maschine seine ursprüngliche Länge beibehält, während der Kessel durch die Wärme länger und damit die Entfernung der Feuerkiste von der Steurungswelle größer wird; es muß daher, wenn die Lager der Schraube unmittelbar an der Seitenwand der Feuerkiste befestigt sind, dieselbe Erscheinung beim Anheizen des Kessels eintreten, als wenn man die Steurung etwas nach rückwärts verstellte.

In den Fig. 311—314 ist die Anordnung einer an einem besonderen Blocke befestigten Schraubensteurung gezeichnet. Der Steurungsbock D mit zwei Winkeleisen auf dem Trittbleche des Führerstandes befestigt, ist oben mit einem Schmiedestück C verschraubt, welches die Schraubenspindel A in passenden Lagern aufnimmt und außerdem der aus zwei Stücken zusammengesetzten Mutter BB′ die nöthige Führung giebt. Die Zugstange nach der Steurungswelle greift an dem Zapfen a dieser Mutter an. Die Verlegung der Steurung erfolgt durch die Drehung der Schraube mittelst des Handgriffes d. Die Stellscheibe C sitzt lose auf der Schraubenspindel, sie ist an dem Steurungsbocke befestigt und kann sich also nicht mit drehen. Die Federvorrichtung, durch welche

der Riegel c in dem betreffenden Zahne der Stellscheibe festgehalten wird, sowie die ganze Anordnung der betreffenden Einrichtung ist

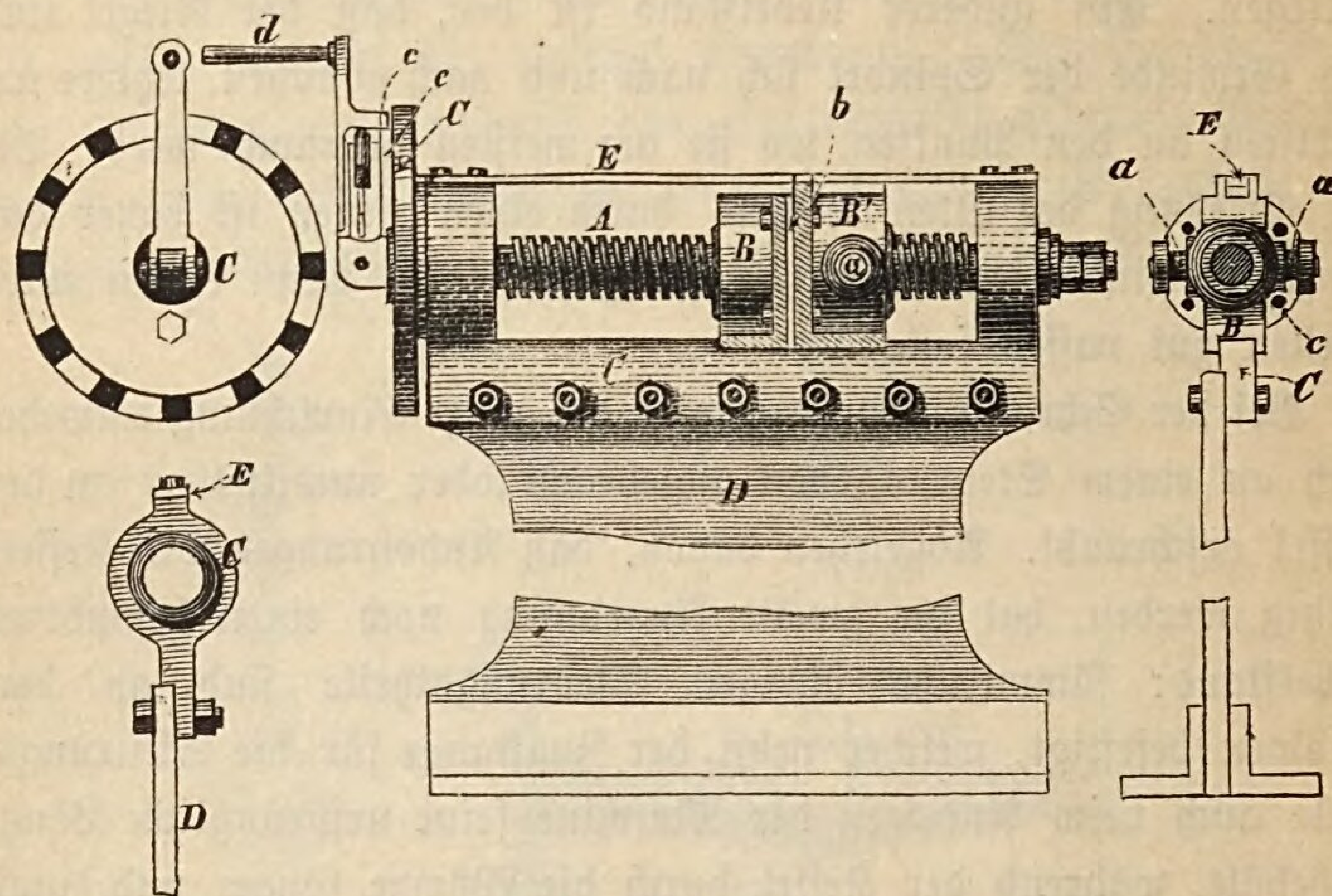



Fig. 311—314.

in den Fig. 317—321 nochmals besonders gezeichnet und wird daselbst genauer beschrieben. Die beiden gabelförmigen Enden des Stückes C sind durch ein aufgeschraubtes Flacheisen E verbunden, dasselbe giebt den Muttern BB′ die obere Führung und ist zugleich mit den den verschiedenen Expansionsgraden entsprechenden Theilstrichen versehen. Die Schraubenmutter besteht aus zwei Theilen B und B′, welche beide mit Gewinden versehen und durch Schrauben verbunden sind. Der mit der Zeit sich einstellende todte Gang wird durch Nachziehen dieser Schrauben, nachdem das Zwischenlagstück b dünner gefeilt ist, beseitigt. Fig. 314 zeigt die Mutter B in der Vorderansicht; oben und unten ist die Art der Führung an den Theilen C und E deutlich erkennbar. Die Zapfen aa, an welchen die Zugstange nach der Steuerungswelle angreift, sind gleichfalls ersichtlich.

Fig. 312 zeigt die Vorderansicht des Stückes C, sowie dessen Verbindung mit dem Steuerungsbocke D und mit dem Flacheisen E;

in Fig. 311 ist die Stellscheibe C nebst dem Handgriffe für den Führer angegeben.

Bei dem Gebrauche der Steurung erfaßt der Führer den Handgriff d, zieht ihn mit einem Rucke zurück und dreht, bis die Mutter B an der Stelle der Schraube angekommen ist, welche dem beabsichtigten Expansionsgrade entspricht. Durch einen Stoß nach vorn wird der Riegel c wieder in die ihm gegenüberliegende Lücke der Stellscheibe C gebracht. Der an dem Griffe d sich befindende Hebel wird durch den Körner e, welcher mittelst einer Feder nach oben gedrückt wird, in zwei den Rückwärts- oder Vorwärts-Stellungen desselben entsprechenden Vertiefungen festgehalten.

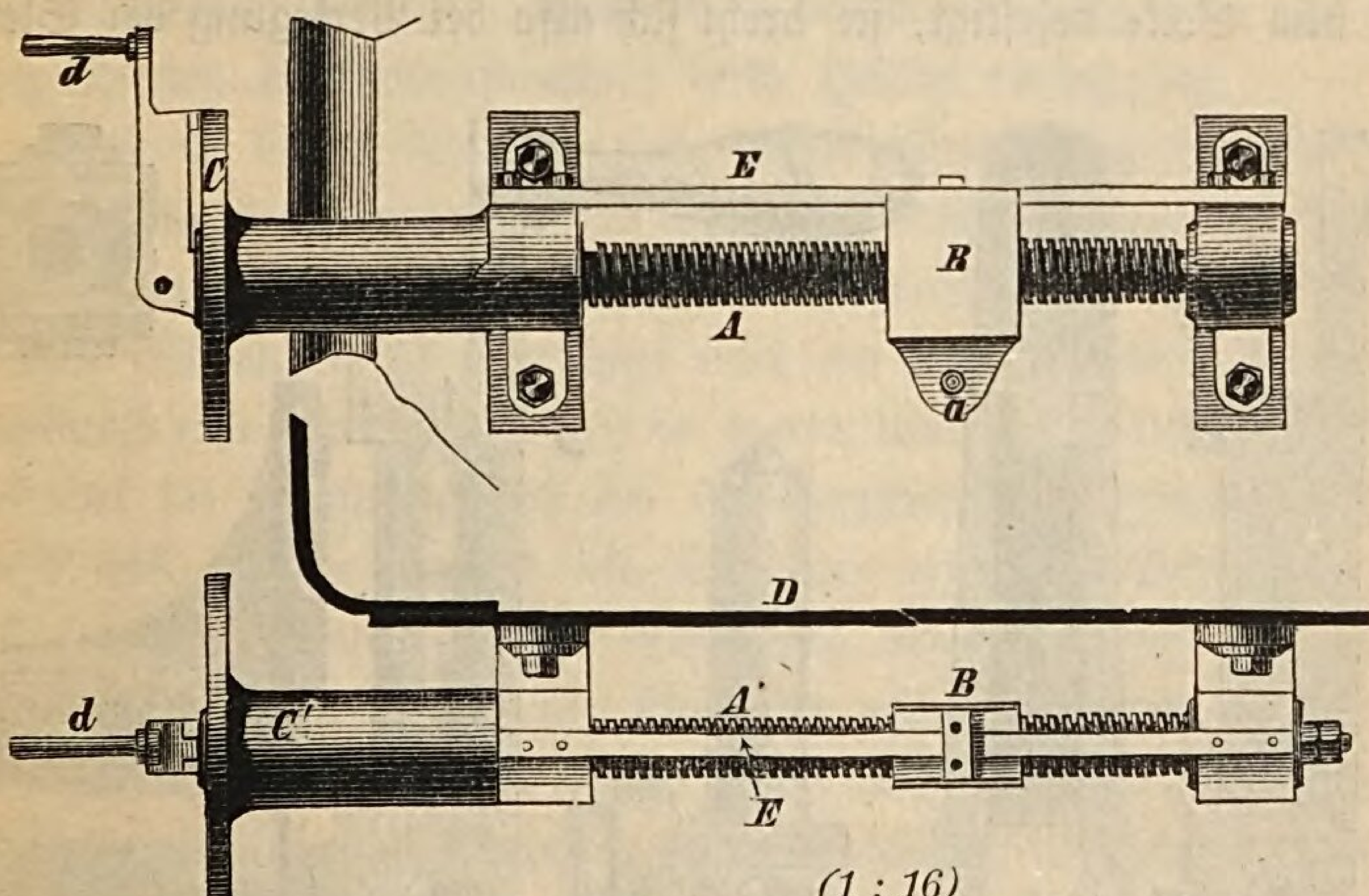
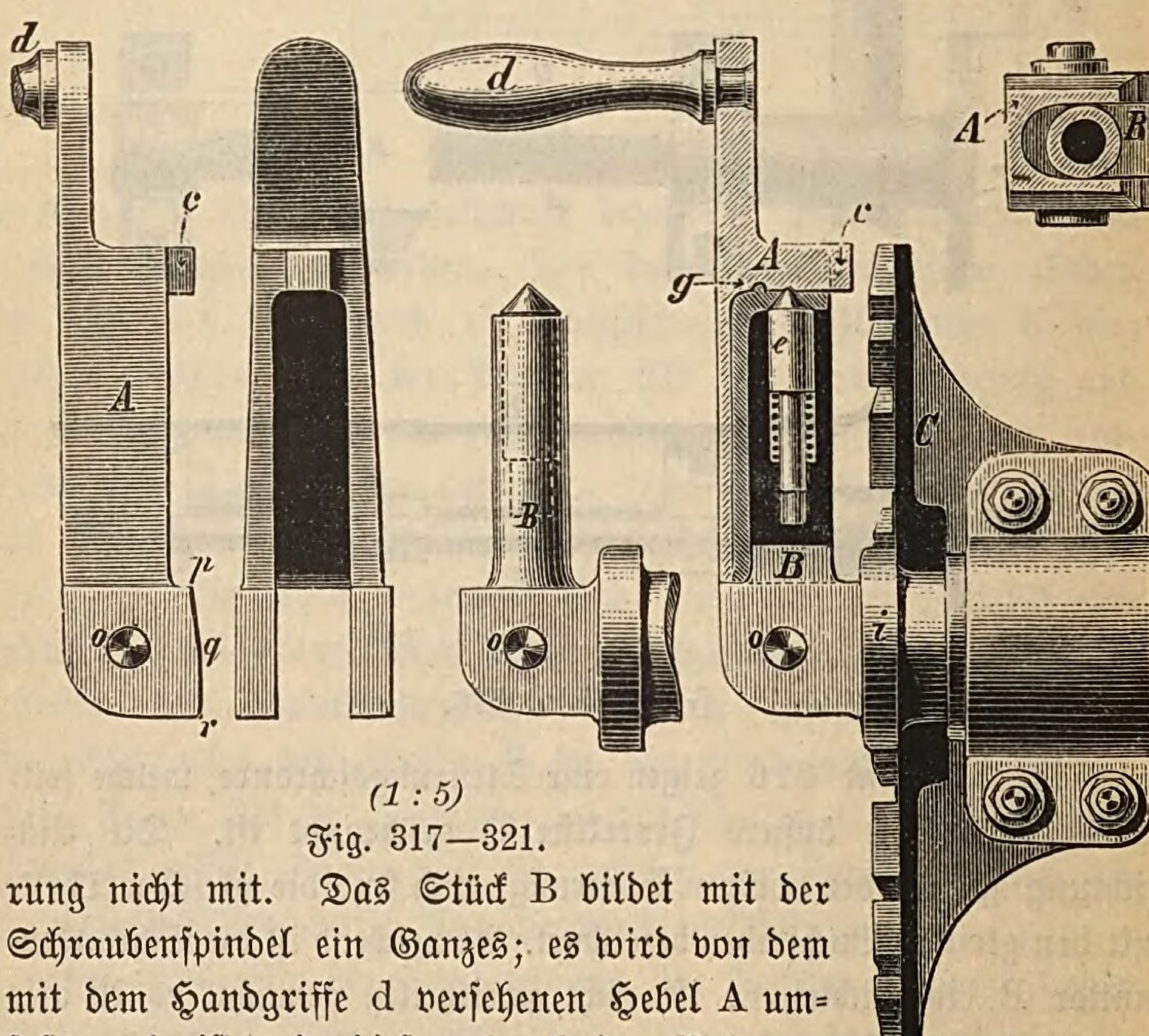



Fig. 315 u. 316.

Fig. 315 und 316 zeigen eine Steurungsschraube, welche seitwärts gegen die äußere Feuerkiste D geschraubt ist. Die Einrichtung gleicht der vorigen Steurung, auch sind die gleichen Theile mit den gleichen Buchstaben bezeichnet. Abweichend ist die Schraubenmutter B eingerichtet, sie ist nicht zweitheilig gemacht, es ist also nicht auf die leichte Beseitigung des todten Ganges Rücksicht ge-

nommen. Das Auge a für die Zugstange befindet sich weiter nach unten, wodurch zwar die gabelförmige Gestalt der Zugstange unnöthig wird; die Mutter nutzt sich aber bei dieser Einrichtung einseitig aus. Die Stellscheibe C hat einen langen Ansatz C' bekommen; ohne denselben würde der Abstand der Schraube vom Kessel reichlich groß ausfallen, da man die Befestigung der ganzen Vorrichtung am Kessel hinter die Nietfuge verlegen muß. Die Feder- und Stellvorrichtung ist dieselbe wie bei der vorigen Steuerungsschraube, sie ist hier in der Ansicht gezeichnet, während sie vorher im Durchschnitt angegeben war.

Die Federvorrichtung ist in den Fig. 317—321 noch einmal besonders in größerem Maßstabe gezeichnet. Die Stellscheibe C ist an dem Bocke befestigt, sie dreht sich also bei Verlegung der Steu-




(1 : 5)

Fig. 317—321.

rung nicht mit. Das Stück B bildet mit der Schraubenspindel ein Ganzes; es wird von dem mit dem Handgriffe d versehenen Hebel A umfaßt und ist mit diesem durch den Bolzen o

gelenkartig verbunden. Dieser Hebel kann aus der gezeichneten Stellung so weit nach vorwärts gedrückt werden, bis der Zahn c in eine Zahnlücke der Stellscheibe eingreift; der Körner e, welcher durch die an dem unteren Ende desselben gezeichnete Feder nach oben gedrückt wird, springt bei dieser Lage in die kleine Nuthe g und verhindert das Zurückweichen des Hebels. Wenn der Zahn c sich mit der Stellscheibe im Eingriffe befindet, so läßt diese eine weitere Vorschiebung nicht zu, zugleich legt sich aber auch die Fläche p q gegen den Bund i der Steuerungsschraube. Die Fläche q r begrenzt die Bewegung des Hebels nach rückwärts.

Diese Federvorrichtung ist eine gute. Der Führer kann mit einer Hand und mit einem Griffe, also sehr rasch, die Verlegung der Steuerung besorgen, während er bei der in Fig. 322 und 323 gezeichneten Schraubensteuerung beide Hände nöthig hat.

Die in diesen Figuren vorgeführte Anordnung ist aus dem Bestreben hervorgegangen, die Steuerung rascher verlegen zu können, als es mit den andern Schrauben möglich war. Das Gewinde dieser Schrauben ist allerdings auch ein doppeltes oder dreifaches, wodurch man erreicht hat, daß bei einer Umdrehung der Schraubenspindel die Zugstange sich um die doppelte oder dreifache Länge, also viel rascher bewegt als bei einer einfachen Schraube. Es ist jedoch eine noch raschere Bewegung der Zugstange und damit eine raschere Verlegung der Steuerung wünschenswerth.

Dieses durch ein vierfaches oder noch steileres Gewinde der Schraubenspindel zu erreichen, verbieten die damit größer werdenden Reibungswiderstände, es wird aber ermöglicht durch eine Schraube mit Rechts- und Linksgewinde. Fig. 322 und 323.

Die aus einem Stück bestehende Schraubenspindel hat bei A rechtes und bei A′ linkes Gewinde, während dasselbe bei A″ ganz fortgeschnitten ist. Die Mutter B nimmt an dem Auge a die Zugstange nach der Steuerungswelle auf. Das Lager B′ ist gleichfalls als Mutter eingerichtet. Wird die Spindel gedreht, so schraubt sie sich in der Mutter B′ vorwärts oder rückwärts, je

nach der Richtung dieser Drehung; die Mutter B, welche in dem Stück C geführt wird, kann an der Drehung nicht Theil nehmen, sie wird sich daher auf der Spindel selbst in derselben Richtung wie diese zurückschrauben. Die Gesammtgeschwindigkeit der Mutter B und damit der Zugstange setzt sich aus beiden Bewegungen zusammen; sie wird eben so rasch erfolgen, als wenn, statt der hier angewandten Schrauben mit doppeltem, eine solche mit vierfachem Gewinde vorhanden wäre.

Die Stellscheibe C sitzt auf der Schraubenspindel fest, wird also mit dieser durch den Handgriff d zugleich gedreht, während die Feststellvorrichtung sich zwar mit der Schraubenspindel vorwärts und rückwärts bewegt, an der Drehung jedoch nicht Theil nimmt. Die nach oben stehende Stütze E für die

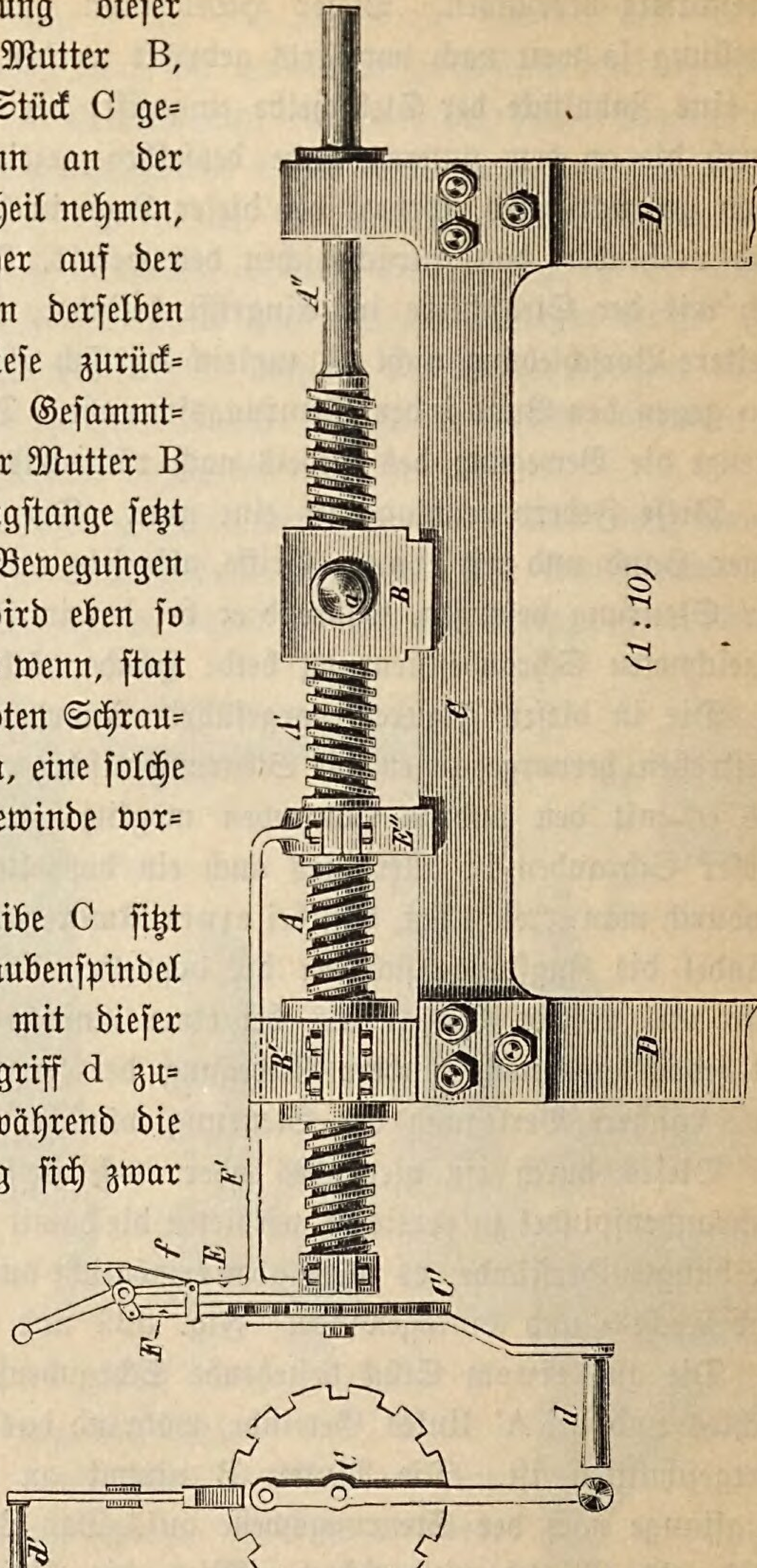


Fig. 322 u. 323.

Riegelvorrichtung umfaßt unten bogenartig den Hals der Schraubenspindel, ein gleiches Lager befindet sich an dem Ende E″ des mit ihr aus einem Stücke bestehenden Flacheisens E′; die Drehung wird durch zwei vorspringende Leisten des Lagers B′ verhindert, zwischen welchen dasselbe geführt wird. Indem man den Hebel d′ vordrückt oder zurückzieht, löst man den Riegel F von den Zähnen der Stellscheibe oder klinkt ihn in dieselben ein; die Feder f hält ihn in der jedesmaligen Stellung fest.

Die Mutter B ist nicht zweitheilig, wie in Fig. 313 und 314, es ist also auf die leichte Beseitigung der Ausnutzung keine Rücksicht genommen.

Dieser Steurung wird der Vorwurf gemacht, daß der Führer der vorwärts- oder rückwärtsschreitenden Bewegung der Schraube folgen muß, daß die Drehung also für ihn nicht so bequem ist wie bei den vorigen Steurungen. Der Arm des Führers folgt der Bewegung der Schraube ganz von selbst ohne besondere Kraftanstrengung und will uns deshalb dieser Umstand nicht als Fehler erscheinen. Man findet häufig, besonders in England, Schraubensteurungen, bei welchen die Feststellvorrichtung ganz fehlt und die Schraube nur durch die Reibung gehalten wird. Solche Steurungen haben meist scharfes Gewinde mit wenig Ganghöhe, sie lassen sich also weniger rasch, als die beschriebenen, verstellen.

In den Fig. 324 und 325 sind die Steurungstheile der rechten Seite der Locomotive noch einmal übersichtlich und zusammenhängend gezeichnet. In beiden Fig. ist eine Gooch'sche Steurung angenommen. Dieselben Theile sind mit denselben Buchstaben bezeichnet. In Fig. 324 liegt der Schieberkasten auf dem Dampfcylinder, also mit diesem zur Seite der Rauchkammer und alle Steurungstheile außerhalb der Räder (Außensteurung). In Fig. 325 liegt der (nicht mitgezeichnete) Schieberkasten nach innen zur Seite des Dampfcylinders, also unter der Rauchkammer, und alle Steurungstheile innerhalb der Räder (Innensteurung). In Fig. 324 liegt die Steurungswelle w unten, in Fig. 325 oben.

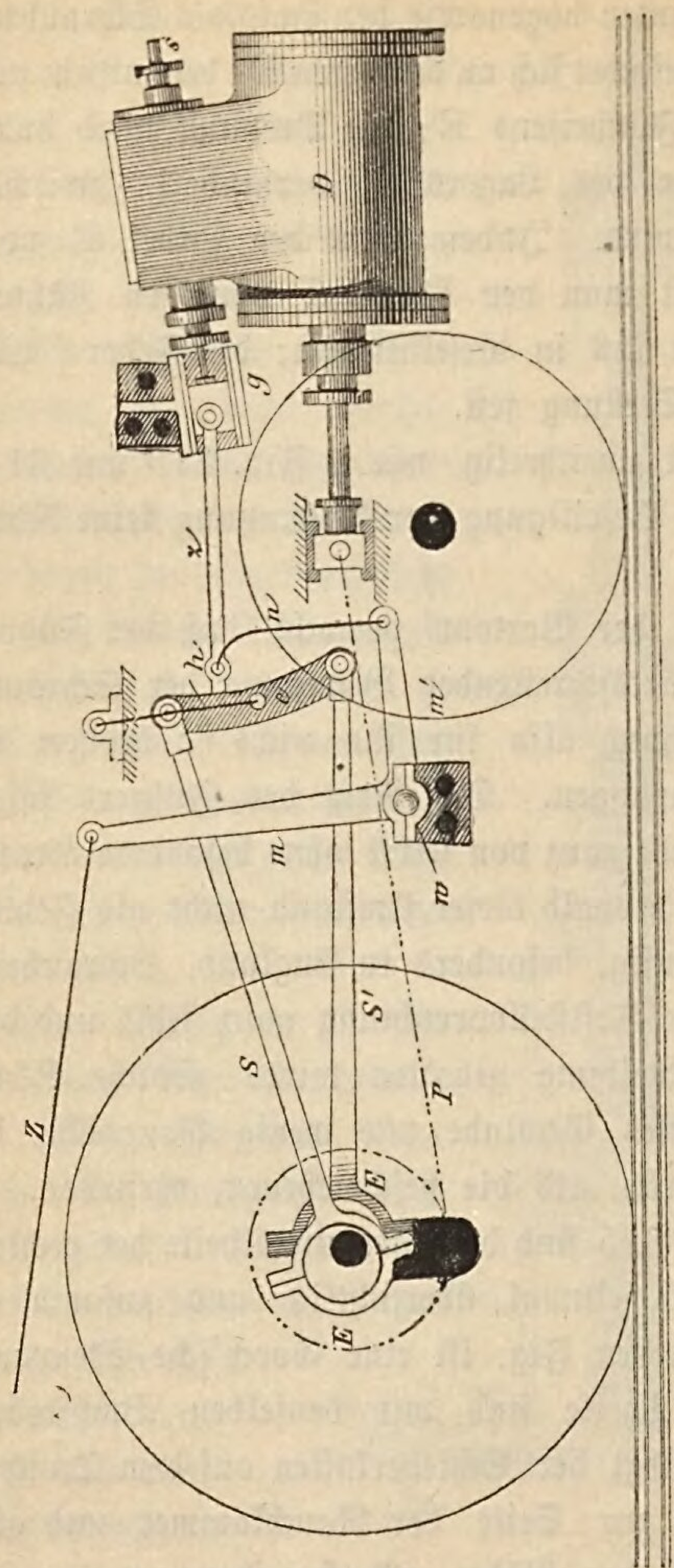



Fig. 324.

Die beiden an die Excenter E E sich schließenden Excenterstangen S S umfassen die Coulisse C, und der in dieser liegende Coulissenstein wird von der Schieberzugstange z gefaßt, welche sich ihrerseits an die Schieberstange s schließt (Fig. 325). Diese besteht mit dem Schieberrahmen rr, welcher den Schieber umfaßt, aus einem Stücke. Mit g ist die Geradführung der Schieberstange bezeichnet. Die Coulisse schwingt an dem Hängeeisen h, sie ist in der Mitte aufgehängt. Auf der Steuerungswelle w ist der Winkelhebel m m′ befestigt, von dessen einem Arme m′ das Hängeeisen n nach der Schieberzugstange z führt. An den Hebel m schließt sich die Zugstange Z und an diese der Steuerungshändel H, welcher in dem Steuerungsbocke B geführt und festgestellt wird. Die Steuerungswelle w geht

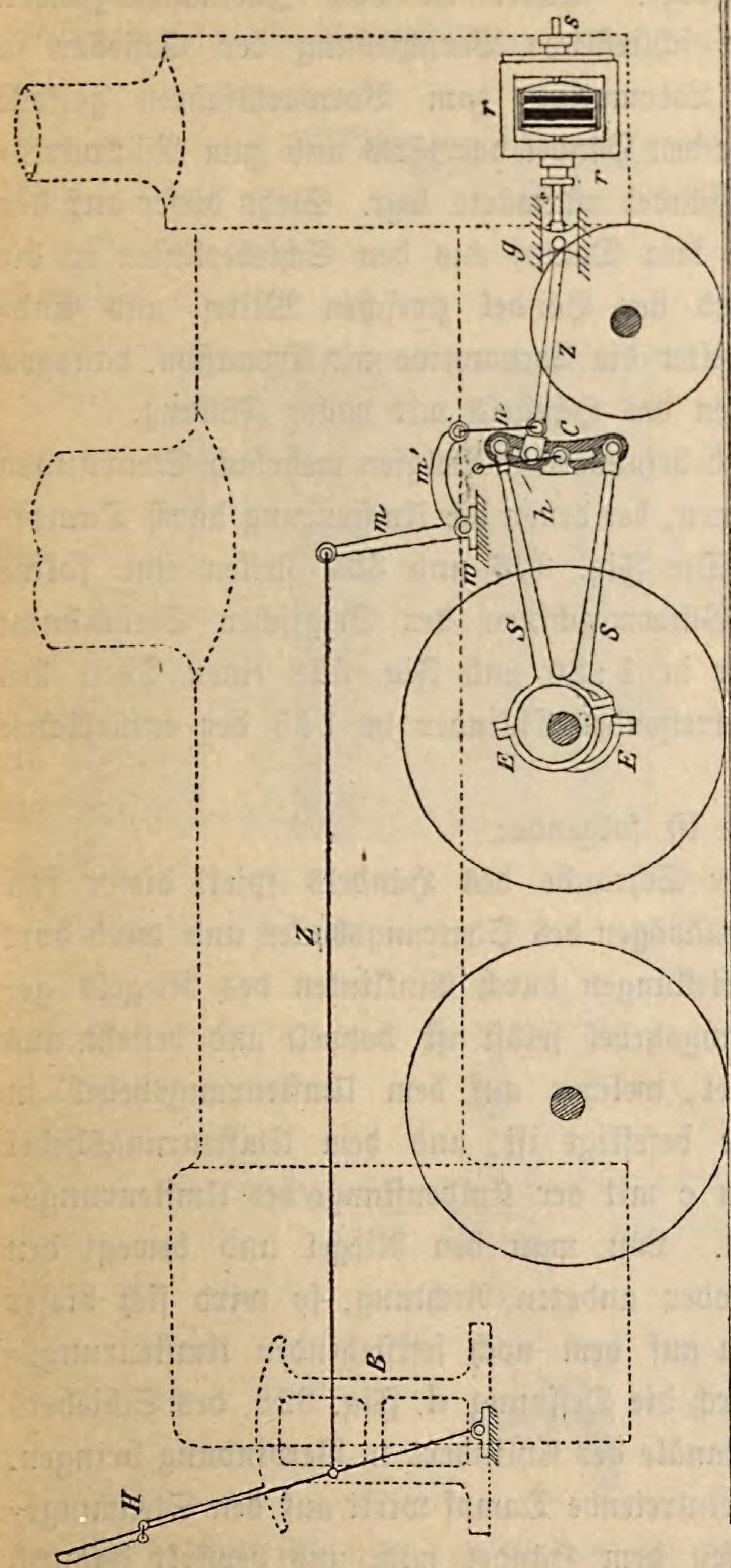


Fig. 325.

unter dem Kessel her und trägt an der anderen (linken) Seite noch einen Arm m', an welchen sich ebenso ein Hängeeisen n schließt, wie sich denn überhaupt alle Steuerungstheile — mit Ausnahme von m, Z, B und H — in demselben Zusammenhange auch an der anderen Seite vorfinden müssen, um die Dampfvertheilung im andern (linken) Cylinder zu bewirken.

Ein Verlegen des Steuerungshändels H hat die Verschiebung der Zugstange Z, des Winkelhebels m m', des Hängeeisens n, der Schieberzugstange z mit dem Coulissenstein, der Schieberstange s, des Schieber=

rahmens r r und damit schließlich des Schiebers und zwar an beiden Seiten zur Folge. Dabei ist das Ineinandergreifen aller Theile und die schließliche Verschiebung der Schieber so eingerichtet, daß die Locomotive zum Vorwärtsfahren gestellt wird, wenn der Führer den Händel vorwärts und zum Rückwärtsfahren, wenn er den Händel rückwärts legt. Steht dieser auf der Mittelstellung, so kann kein Dampf aus den Schieberkästen in die Cylinder fließen. Wird der Händel zwischen Mittel- und Endstellung gestellt, so arbeitet die Locomotive mit Expansion, dagegen auf beiden Endstellungen des Händels mit voller Füllung.

In neuerer Zeit sind besonders in Belgien mehrfach Steuerungen zur Anwendung gekommen, bei denen die Umsteuerung durch Dampfkraft bewirkt wird. Die Fig. 326 und 327 stellen eine solche für die Luxemburger Gütermaschinen der Belgischen Staatsbahn ausgeführte Anordnung in 1:20 und Fig. 328 einen Theil des Schnittes durch den betreffenden Cylinder in 1:5 der natürlichen Größe dar.

Die Wirkungsweise ist folgende:

Nach Ausrücken der Schraube des Händels spielt dieser frei zwischen den beiden Gradbögen des Steurungsbockes und wird dort in den verschiedenen Stellungen durch Einklinken des Riegels gehalten. Der Umsteurungshebel selbst ist doppelt und besteht aus dem eigentlichen Händel, welcher auf dem Umsteurungshebel in dem Punkte a drehbar befestigt ist, und dem Umsteurungshebel selbst, welcher unten in c mit der Kolbenstange des Umsteurungscylinders verbunden ist. Löst man den Riegel und bewegt den Händel in der einen oder anderen Richtung, so wird sich dieser zuerst um den Punkt a auf dem noch feststehenden Umsteurungshebel drehen und dadurch die Oeffnung d, Fig. 328, des Schiebers mit einem der beiden Kanäle des Cylinders in Verbindung bringen. Der in den Cylinder eintretende Dampf wirkt auf den Steurungshebel und schiebt diesen dem Händel nach und bewirkt dadurch zugleich den Schluß der Schieberöffnung, da der Punkt a durch

Vorgehen des Steuerungshebels die dem Punkte b gegebene entgegengesetzte Bewegungsrichtung annimmt und somit den Schieber beständig in die Mittelstellung zurückzuführen bestrebt sein wird.

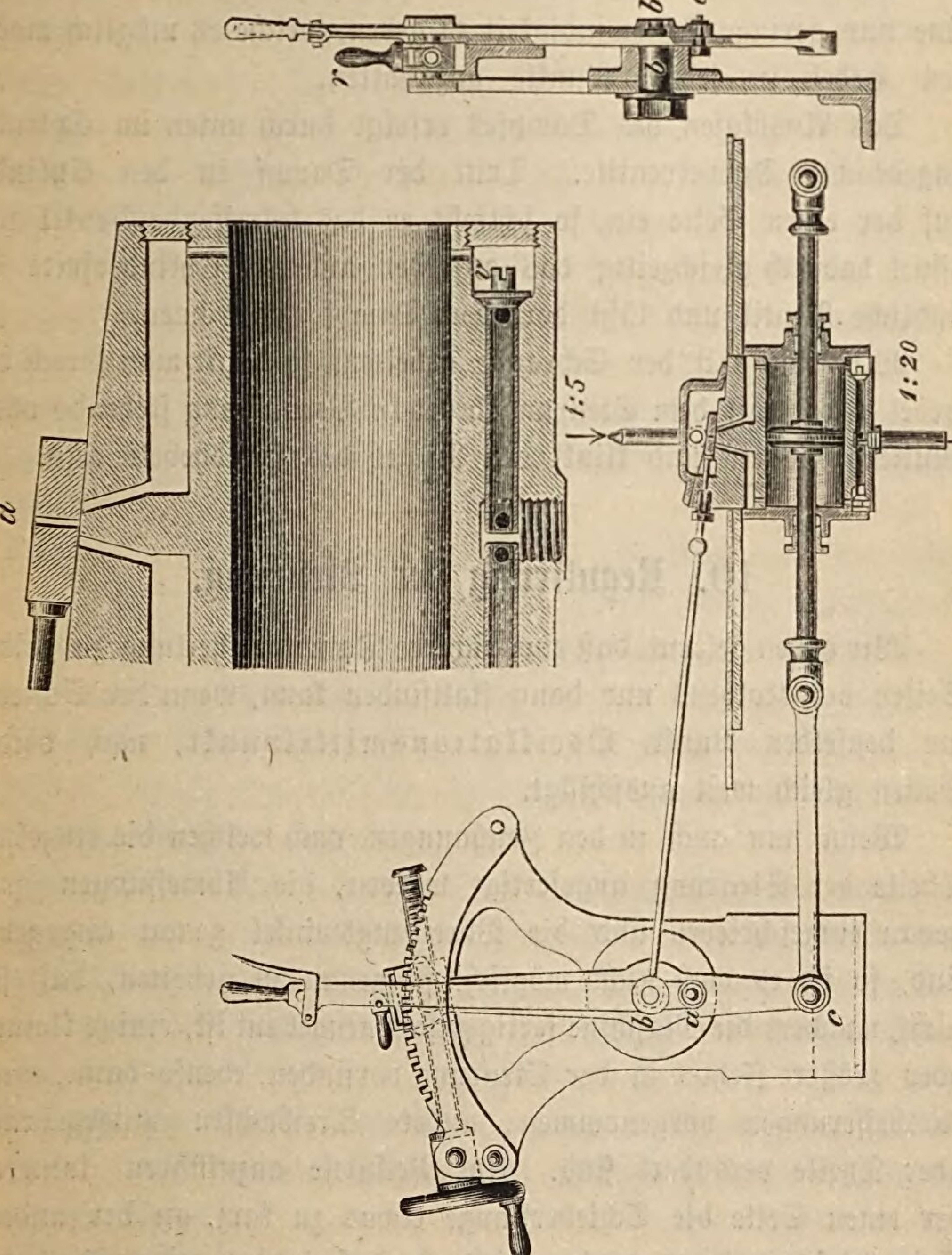



Fig. 326—328.

Es handelt sich nun von Seiten des Locomotivführers darum, den Riegel in dem Augenblick fallen zu lassen, in welchem beide

Hebel sich decken, um zu verhindern, daß der Steurungshebel durch Expansion des Dampfes im Steurungscylinder über die beabsichtigte Lage hinausgeschoben wird.

Die Schieberöffnungen sind sehr klein gehalten, um dem Kolben eine nur geringe Geschwindigkeit zu geben, welche es möglich macht, den Hebel in jedem Punkte anzuhalten.

Das Ausblasen des Dampfes erfolgt durch unten im Cylinder angebrachte Doppelventile. Tritt der Dampf in den Cylinder auf der einen Seite ein, so schließt er das betreffende Ventil und öffnet dadurch gleichzeitig das auf der anderen Cylinderseite befindliche Ventil und läßt dort den Dampf ausströmen.

Will man mit der Schraube arbeiten, so klinkt man durch den Hebel r die mit dem Steurungshebel in Verbindung stehende obere Mutterhälfte ein und klinkt den Riegel des Handhebels aus.

## 10. Regulirung der Steurung.

Wir haben gelernt, daß eine richtige Dampfvertheilung zu beiden Seiten des Kolbens nur dann stattfinden kann, wenn der Schieber um denselben Punkt, Oscillationsmittelpunkt, nach beiden Seiten gleich weit ausschlägt.

Wenn nun auch in den Zeichnungen, nach welchen die einzelnen Theile der Steurung angefertigt werden, die Abmessungen ganz genau eingeschrieben und die Voreilungswinkel genau angegeben sind, so ist es doch nicht möglich, so genau zu arbeiten, daß sich nicht, nachdem die Maschine fertig zusammengebaut ist, einige kleinere oder größere Fehler in der Steurung vorfinden, ebenso dann, wenn Ausbesserungen vorgenommen, andere Treibachsen untergebracht oder Theile verändert sind. Um Beispiele anzuführen, kann an der einen Seite die Schieberstange etwas zu kurz, an der andern Seite dieselbe etwas zu lang sein, so daß in dem einen Falle der Schieber von vornherein zu weit zurück, in dem andern zu weit vorwärts steht, oder das Excentric ist nicht ganz richtig auf die

Achse gekeilt, also der in der Zeichnung angegebene Voreilungswinkel in Wirklichkeit nicht vorhanden, oder eine Excenterstange ist zu lang, in welchem Falle die Coulissenkrümmung nicht stimmt, oder die Aufhängung der Coulisse ist an beiden Seiten verschieden u. s. w. Derartige kleine Fehler werden an der sonst fertigen Maschine beseitigt, welches man das Reguliren der Schieber nennt. Diese Regulirung geschieht nicht überall nach denselben Grundsätzen, oft wird dieselbe so vorgenommen, daß die größten Oeffnungen der Dampfeinströmungskanäle vorn und hinten gleich werden, oft so, daß der Dampfabschluß auf beiden Seiten des Cylinders bei gleichen Kolbenstellungen, welche am bequemsten an der Stellung des Kreuzkopfes zu messen sind, erfolgt; oft so, daß in den todten Punkten der Maschine die Oeffnungen des Schiebers, welche meistens mit dem Ausdrucke „Voreilen" belegt werden, gleich sind.

Die erste Art erscheint uns als die schlechteste, da der rechtzeitige Beginn der Oeffnung und die gleiche Dauer der Dampfeinströmungsperioden offenbar für den richtigen Gang der Locomotive wichtiger sind als die Gleichheit der größten Oeffnungen.

Bei der Anwendung der zweiten Art wird die Stärke der einzelnen Schläge des aus dem Schornsteine entweichenden Dampfes am gleichmäßigsten werden.

Man könnte sich auch noch die mittlere Stellung des Schiebers bezeichnen und die Regulirung so vornehmen, daß dieselbe bei den entsprechenden Kolbenstellungen, wenn derselbe nämlich vorn und hinten noch bis zur Beendigung des Hubes die gleichen Wege zurückgelegt hat, durch den Schieber erreicht werde, wobei aber nicht auf den Einfluß Rücksicht genommen ist, welchen die beschränkte Lage der Kurbelstange auf die gleichmäßige Bewegung des Kolbens hat.

Der Dampf wird bei einem so regulirten Schieber allerdings in gleichen Zwischenräumen aus dem Schornsteine entweichen, jedoch werden die Schläge nicht gleich stark sein, es ist also zu beiden

Seiten des Kolbens die zugeströmte Dampfmenge nicht gleich groß gewesen.

Die Regulirung des Schiebers kann genau nur für einen bestimmten Expansionsgrad vorgenommen werden; für alle übrigen Stellungen des Steines in der Coulisse müssen sich Abweichungen ergeben, und zwar um so größer, je kürzer die Excentricstangen gegen die Länge der Coulisse und die Größe der Excentricität sind.

Die in Folge der beschränkten Länge der Excentricstangen unvermeidlichen Fehler lassen sich für alle Expansionsgrade beim Vorwärts- und Rückwärtsgange der Maschinen am besten ausgleichen durch Regulirung auf gleiches Voreilen, wobei auch am leichtesten Fehler in der Stellung der Excentrics, in der Aufhängung der Coulisse und in der Länge der Excentricstangen entdeckt werden.

Sind die Schieber auf gleiches Voreilen regulirt, so ist es bei Maschinen, welche meist nur vorwärts und mit einem bestimmten Expansionsgrade laufen, vielfach üblich, die Untersuchung nachträglich auch noch für diesen Expansionsgrad dahin auszudehnen, ob der Schieber den Dampf bei derselben Kolbenstellung abschließt und, wenn dieses nicht der Fall ist, den Unterschied zu vermitteln.

Die ganze Arbeit der Regulirung wiederholt sich auf beiden Seiten der Locomotive, wir stellen dieselbe deshalb nur für eine Seite dar.

Die Mitte der Treibachse soll in der Verlängerung der Kolben- und Schieberstange liegen; dieses ist genau nur dann der Fall, wenn die Locomotive sich im betriebsfähigen Zustande befindet, wenn sie also mit Wasser gefüllt ist, die Roststäbe eingelegt und die Kohlen aufgeschüttet sind. Ist dieses nicht der Fall, so hat die Locomotive ein geringeres Gewicht als im Betriebe, die Tragfedern sind zu wenig gespannt und Rahmen, Kessel und Cylinder liegen in Beziehung auf die Achsen zu hoch.

Außer der richtigen Spannung der Federn bildet noch eine genau waagerechte und unter dem Drucke der Achsen unnachgiebige

Lage des Gleises eine nothwendige Vorbedingung für die Richtigkeit der Regulirung und ist zu diesem Zwecke die Anlage einer gut untermauerten Gleisstrecke in Werkstätten und auf größeren Maschinenstationen rathsam. Ist ein solches Gleise nicht vorhanden, so kann bei der Regulirung folgender Weg eingeschlagen werden.

Nachdem durch Anspannung der Federn die Locomotive in die richtige Höhenlage gebracht ist, wird die Treibachse durch ein oder zwei Winden mit Hülfe entsprechend ausgeschnittener und unter den Achsschaft geschobener Klötze soweit gehoben, bis die Räder sich eben von den Schienen abheben. In dieser Lage derselben ist nach Abnahme der Kurbel- und Kuppelstangen eine Drehung der Treibachse und mit ihr die Einstellung der Kurbelzapfen in ihre todten Punkte leicht ausführbar, ohne daß dabei eine Fortbewegung der Locomotive erfolgt.

Vor der Anbringung der Excentricstangen und Coulissen müssen erstere auf die Richtigkeit ihrer Längen und die Krümmungen der letzteren geprüft und etwaige Fehler berichtigt werden.

Die sich bei der Regulirung der Maschine am häufigsten zeigenden Fehler haben entweder in unrichtigen Längen der Schieberstangen und Excentricstangen, oder in fehlerhafter Aufkeilung der Excentrics auf die Achsen oder endlich in unrichtiger Krümmung der Coulisse ihren Grund, es treten jedoch nicht selten Erscheinungen auf, welche auf andere Fehler zurückzuführen sind und für die der weniger geübte Beamte nicht sofort eine Erklärung findet. Letzteres kann beispielsweise der Fall sein, wenn bei der Anbringung der Excentricstangen die Angriffspunkte derselben mit der Coulisse verwechselt wurden. Ein solcher Fehler macht sich bei der Regulirung der Steurung auf gleiches Voreilen sofort dadurch bemerkbar, daß bei Steurungen mit offenen Stangen der Schieberhub für die todten Stellungen des Kolbens viel zu klein ausfällt, wodurch die Voreilung gänzlich verschwindet, während umgekehrt der gleiche Fehler bei Maschinen mit gekreuzten Stangen übergroße Voreilungen zur Folge hat.

Bei Locomotiven mit geneigt liegenden Dampfcylindern verursacht die Einstellung der Kurbelzapfen in ihre todten Punkte besondere Schwierigkeiten. Dieselbe pflegt bei Locomotiven mit waagerechter Cylinderlage in der Weise zu geschehen, daß man die Locomotive soweit vorschiebt, bis der zweite Kurbelzapfen der Treibachse genau über oder unter die Achsmitte zu liegen kommt. Zur Prüfung dieser Stellungen wird passend mit dem Zirkel ein Kreis vom Durchmesser des Kurbelzapfens auf den durch die Radnabe vortretenden Kopf des Achsschaftes gezeichnet. Eine um den Zapfen gelegte und an beiden Enden beschwerte Schnur soll diesen Kreis an beiden Seiten berühren, wenn der Zapfen über der Achsmitte liegt, während bei der umgekehrten Lage des Zapfens dieser durch die an obigen Kreis gelegte Schnur eben berührt werden soll. Die Anwendung des gleichen Verfahrens auf Locomotiven mit geneigt liegenden Cylindern ergiebt durchaus fehlerhafte Ergebnisse, weil der Kurbelzapfen in seinen beiden todten Stellungen in der Verlängerung der Cylinderachse liegen und demnach die beiden Lagen des Zapfens zu einander geneigt liegen müssen. Um die richtigen Stellungen zu finden, werden bei schräger Lage der Dampfcylinder zweckmäßig nach den vorhandenen Detailzeichnungen vor der Unterbringung der Achse unter die Maschine an den Rädern Stellen angekörnt, welche sich bei den todten Stellungen der Kurbelzapfen genau lothrecht über dem Achsmittel befinden müssen.

Auch der bei jeder Steurung auftretende todte Gang der Schieber verursacht bei der Regulirung mancherlei Schwierigkeiten. Derselbe bildet den Grund, weshalb bei mehrmaliger Verlegung des Händels die Schieber nicht überall gleiche Oeffnungen zeigen, trotzdem eine Verschiebung der Locomotive nicht vorgenommen und der Händel wieder in den gleichen Zahn des Gradbogens gelegt wurde wie früher. Ein geringer todter Gang des Schiebers ist auch bei neuen Maschinen nicht ganz zu vermeiden; derselbe vergrößert sich rasch im Betriebe durch die gegenseitigen Abnutzungen

der mit einander arbeitenden Steuerungstheile und hat Verkleinerungen nicht nur der Voreilungen, sondern aller Schieberöffnungen zur Folge, welche bei ausgelegter Steuerung am stärksten auftreten.

Um bei der Regulirung dem todten Gange der Schieber Rechnung zu tragen, thut man gut, die Verschiebung der Maschine überall nach derselben Richtung hin vorzunehmen und, sofern die Länge des Gleises dazu nicht ausreicht, vor einer jeden neuen Einstellung des Kurbelzapfens die Locomotive auf ihren ursprünglichen Standpunkt zurückzuführen. Zur Prüfung der Schieberöffnungen für verschiedene Stellungen des Händels wird zweckmäßig der Schieber durch einen leichten Druck mit der Brechstange etwas vor- oder zurückgedrückt, je nachdem er den vorderen oder den hinteren Kanal öffnet.

Es bleibt übrigens bei jeder Regulirung einer Locomotiv-Steuerung wohl zu beachten, daß genaue Ergebnisse durch keine Regulirung erzielt werden können, weil die Längen der Hängeeisen beschränkt sind und die Aufhängung der Coulissen sowie die Längen der Hebel nicht übereinstimmend mit der Rechnung hergestellt werden können. Die unvermeidlichen Fehler fallen um so größer aus, je geringer die Uebereinstimmung dieser Abmessungen mit der Rechnung ist und je kleiner die Länge der Kurbelstange zum Kolbenhube und ferner, je kleiner die Länge der Excentricstangen und je größer die Länge der Coulisse zu der Größe der Excentricität ist.

Um uns den bei der Schieberregulirung zu verfolgenden Weg deutlich zu machen, stellen wir uns eine neue Maschine vor; sie habe eine Steuerung nach Stephenson mit gekreuzten Stangen. Wir nehmen die Aufhängung und Krümmung der Coulisse als richtig an und untersuchen, ob auch die übrigen Theile und die Stellung der Excentrics richtig sind.

Man läßt zunächst die Locomotive soweit nach vorn schieben, bis die Kurbel vorn auf ihrem todten Punkte steht, und schreibt

die Größen der Schieberöffnungen bei den Lagen des Steurungshändels ganz nach vorn, in der Mitte und ganz nach rückwärts auf. Ist das geschehen, so wird die Locomotive noch weiter nach vorn verschoben und zwar soweit, bis die Kurbel hinten auf ihrem todten Punkte steht, worauf wieder die Schieberöffnungen in den drei Hauptstellungen des Händels gemessen werden. Ergeben die Messungen die folgenden Zahlen,

**Aufzeichnung 1.**

| Lage des Kurbelzapfens | Oeffnung des Schiebers in Millimetern. | | |
|---|---|---|---|
| | Lage des Steurungshändels | | |
| | vorn | in der Mitte | hinten. |
| vorn | 10 | 5 | 3 |
| hinten | 2 | $^1/_2$ | 2 |

so ist klar, daß der Schieber, welcher bei allen Stellungen des Händels vorn größere Oeffnungen zeigt als hinten, nach vorn verschoben werden muß. Das kann nun entweder geschehen durch Verlängerung der Schieberstange oder durch Verlängerung der Excentricstangen. Besitzt die Schieberstange eine Vorrichtung zur Berichtigung ihrer Länge, wie eine solche beispielsweise bei den Figuren 253 und 254 dargestellt wurde, so ist es rathsam, die Berichtigung der Steurung zunächst mit ihrer Hülfe vorzunehmen. Zu diesem Zwecke muß, um für die Mittelstellung des Händels gleiche Voreilungen zu bekommen, in unserem Falle die Schieberstange um den halben Unterschied der Voreilungen bei derselben, also um $\frac{5 - ^1/_2}{2}$ oder um $2^1/_4$ Millimeter verlängert werden. Durch diese Verlängerung werden für alle Stellungen des Händels die Schieberöffnungen vorn um je $2^1/_4$ Millimeter verkleinert und hinten um je $2^1/_4$ Millimeter vergrößert, es müssen sich also nach Vornahme derselben folgende Aufzeichnungen ergeben.

**Aufzeichnung 2.**

| Lage des Kurbel-zapfens | Oeffnung des Schiebers in Millimetern. Lage des Steuerungshändels vorn | in der Mitte | hinten. |
|---|---|---|---|
| vorn | $10 - 2^1/_4 = 7^3/_4$ | $5 - 2^1/_4 = 2^3/_4$ | $3 - 2^1/_4 = {}^3/_4$ |
| hinten | $2 + 2^1/_4 = 4^1/_4$ | $^1/_2 + 2^1/_4 = 2^3/_4$ | $2 + 2^1/_4 = 4^1/_4$ |

Die Schieberöffnungen sind nach diesen Zahlen für den Vorwärtsgang der Locomotive vorn größer, für den Rückwärtsgang dagegen vorn kleiner als hinten.

Um auch diese Fehler zunächst für den Vorwärtsgang der Locomotive zu berichtigen, wird eine Verlängerung der betreffenden Excentricstange nothwendig, deren Maß jedoch je nach der Form der Coulisse verschieden ausfallen muß. Besitzt nämlich die Coulisse die in den Figuren 255 und 256 angegebene Form, bei welcher die Angriffspunkte der Excentricstangen in den Verlängerungen des Coulissenschlitzes liegen, so ist einleuchtend, daß die Verlängerung der bei c angreifenden Vorwärtsexcentricstange eine Drehung der Coulisse um den Zapfen b bewirkt. Das hat aber für eine jede Lage des Steins a in dem Schlitze der Coulisse eine Verschiebung und damit eine Verringerung der Voreilung des Schiebers vorn zur Folge, welche um so erheblicher ausfallen muß, je weiter sich der Stein von dem Drehpunkte b der Coulisse entfernt. Für die in der Figur dargestellte Mittelstellung des Steins fällt seine Verschiebung halb so groß aus wie die Verlängerung der Vorwärtsexcentricstangen, bei ganz nach rückwärts gelegtem Händel wird sie knapp den vierten Theil und für den ganz nach vorn ausgelegten Händel reichlich Dreiviertheile jener Verlängerung betragen.

Einfacher als bei der vorigen Form der Coulisse gestaltet sich die Regulirung der Steuerung, wenn die Coulisse die in Fig. 303 angegebene Form besitzt, bei welcher der Coulissenstein bei ausgelegtem Steuerungshändel in den Verlängerungen der Excentricstangen liegt. Es kommt alsdann die Verlängerung der Vor-

wärtsexcentricstange für die betreffende Voreilung des Schiebers voll zum Ausdruck, sie überträgt sich zur Hälfte auf die Voreilung bei der Ruhestellung des Händels und übt keinerlei Einfluß auf die Voreilung bei Rücklage des Händels aus.

Unter der Annahme einer Coulissenform wie in Fig. 303 soll die Verlängerung der Vorwärtsexcentricstange halb so groß wie der betreffende Unterschied der Schieberöffnungen bei den beiden todten Stellungen des Kurbelzapfens gemacht werden, sie ergiebt sich daher im vorliegenden Falle zu $\frac{7^3/_4 - 4^1/_4}{2} = 1^3/_4$ mm.

Da sich die Berichtigung der Vorwärtsexcentricstange zur Hälfte auf die Voreilungen bei der Mittelstellung des Händels überträgt, so gelangt man durch dieselbe zu der

**Aufzeichnung 3.**

| Lage des Kurbelzapfens | Oeffnung des Schiebers in Millimetern. Lage des Steurungshändels vorn | in der Mitte | hinten. |
|---|---|---|---|
| vorn | $7^3/_4 - 1^3/_4 = 6$ | $2^3/_4 - {}^1/_2 \cdot 1^3/_4 = 1^7/_8$ | $^3/_4$ |
| hinten | $4^1/_4 + 1^3/_4 = 6$ | $2^3/_4 + {}^1/_2 \cdot 1^3/_4 = 3^5/_8$ | $4^1/_4$ |

Nach derselben öffnet für die Rückwärtslage des Händels der Schieber vorn zu wenig und hinten zu viel, es ist also eine Verkürzung der Rückwärtsexcentricstange um

$$\frac{4^1/_4 - {}^3/_4}{2} = 1^3/_4 \text{ mm}$$

nothwendig, welche ergiebt die

**Aufzeichnung 4.**

| Lage des Kurbelzapfens | Oeffnung des Schiebers in Millimetern. Lage des Steurungshändels vorn | in der Mitte | hinten. |
|---|---|---|---|
| vorn | 6 | $1^7/_8 + {}^1/_2 \cdot 1^3/_4 = 2^3/_4$ | $^3/_4 + 1^3/_4 = 2^1/_2$ |
| hinten | 6 | $3^5/_8 - {}^1/_2 \cdot 1^3/_4 = 2^3/_4$ | $4^1/_4 - 1^3/_4 = 2^1/_2$ |

Die Steurung zeigt nunmehr in den beiden todten Lagen des Kurbelzapfens für eine jede der drei Hauptstellungen des Händels

vor und hinter dem Schieber gleiche Oeffnungen, es fallen aber die Voreilungen für den Vorwärtsgang um $3^1/_2$ Millimeter größer aus als für den Rückwärtsgang der Locomotive. Die Berichtigung auch dieses Fehlers kann weder durch Veränderung der Längen der Excentricstangen, noch der der Schieberstange vorgenommen werden, sie macht vielmehr eine Versetzung der Excentrics nothwendig. Will man sich mit der Voreilung von $2^1/_2$ Millimeter für den Rückwärtsgang begnügen, so bedarf es nur einer Verminderung des Voreilungswinkels für das Vorwärtsexcentric, welche, unter gleichzeitiger Beobachtung der Schieberöffnung bei der Lage des Händels ganz nach vorn, soweit zu erfolgen hat, bis der Schieber die gewünschte Voreilung von $2^1/_2$ mm zeigt. Dadurch gelangt man zu der

**Aufzeichnung 5.**

| Lage des Kurbelzapfens | Oeffnung des Schiebers in Millimetern. Lage des Steuerungshändels | | |
|---|---|---|---|
| | vorn | in der Mitte | hinten. |
| vorn | $6-3^1/_2=2^1/_2$ | $2^3/_4-{}^1/_2\cdot3^1/_2=1$ | $2^1/_2$ |
| hinten | $6-3^1/_2=2^1/_2$ | $2^3/_4-{}^1/_2\cdot3^1/_2=1$ | $2^1/_2$ |

Besitzt die Steuerung nicht die vorstehend angenommene Vorrichtung zur Berichtigung der Schieberstangenlänge, so gestaltet sich der Gang der Arbeit wie folgt:

Die erste Aufzeichnung zeigt die gleichen Zahlen von früher. Um für den Vorwärtsgang vor und hinter dem Schieber gleiche Oeffnungen zu bekommen, ist eine Verlängerung der Vorwärtsexcentricstange um $\frac{10-2}{2} = 4$ mm und eine Verkürzung der Rückwärtsexcentricstange um $\frac{3-2}{2} = {}^1/_2$ mm nothwendig. Die erstere ergiebt

Aufzeichnung (2).

| Lage des Kurbelzapfens | Oeffnung des Schiebers in Millimetern. Lage des Steuerungshändels vorn | in der Mitte | hinten. |
|---|---|---|---|
| vorn | $10 - 4 = 6$ | $5 - \frac{1}{2} \cdot 4 = 3$ | 3 |
| hinten | $2 + 4 = 6$ | $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot 4 = 2\frac{1}{2}$ | 2 |

deren Zahlen sich durch Berichtigung auch der Rückwärtsexcentricstange in die folgenden umwandeln:

Aufzeichnung (3).

| Lage des Kurbelzapfens | Oeffnung des Schiebers in Millimetern. Lage des Steuerungshändels vorn | in der Mitte | hinten. |
|---|---|---|---|
| vorn | 6 | $3 - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = 2\frac{3}{4}$ | $3 - \frac{1}{2} = 2\frac{1}{2}$ |
| hinten | 6 | $2\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = 2\frac{3}{4}$ | $2 + \frac{1}{2} = 2\frac{1}{2}$ |

Die Zahlen der Aufzeichnung (3) stimmen genau mit denen der früheren Aufzeichnung 4 überein, die Berichtigung der zu großen Voreilungen für den Vorwärtsgang muß also, genau wie dort angegeben, durch Versetzung des Vorwärtsexcentrics vorgenommen werden, um zu den Zahlen der Aufzeichnung 5 zu gelangen.

Vergleicht man die hier und dort behufs Regulirung der Steuerung vorgenommenen Arbeiten miteinander, so wird ersichtlich, daß die dort geschehene Verlängerung der Schieberstange um $2\frac{1}{4}$ mm hier dadurch ersetzt wurde, daß die Vorwärtsexcentricstange, anstatt um $1\frac{3}{4}$ mm um $1\frac{3}{4} + 2\frac{1}{4} = 4$ mm verlängert und die Rückwärtsexcentricstange, anstatt um $1\frac{3}{4}$ mm verkürzt, um $2\frac{1}{4} - 1\frac{3}{4} = \frac{1}{2}$ mm verlängert wurde.

Anmerkung. Die vorgenommenen Aenderungen der Längen der Excentricstangen machen eigentlich auch eine Berichtigung der Krümmung der Coulisse nothwendig, es darf jedoch von einer solchen abgesehen werden, weil der bezüglich jener Krümmung entstehende Fehler so gering ausfällt, daß sein Einfluß auf die Schieberbewegung unmeßbar bleibt.

Sehr häufig ergeben die Aufschreibungen bei den Regulirungsarbeiten nicht die befriedigenden Zahlen, wie sie das gewählte Beispiel zeigt. Es hat das zumeist in Fehlern seinen Grund,

welche durch die Abnutzungen des Steins und der Coulisse an den beiderseitigen Berührungsstellen verursacht wurden. Es leuchtet ein, daß solche Abnutzungen an der Stelle der Coulisse vorzugsweise auftreten werden, an welcher sich in derselben der Stein bei dem am meisten zur Anwendung kommenden Expansionsgrade der Maschine befindet. Derartige Abnutzungen machen sich durch auffallend geringe Voreilungen des Schiebers bei den entsprechenden Stellungen des Händels bemerkbar. Wurde durch Nachbearbeitung des Coulissenschlitzes, welche stets eine Erneuerung des nunmehr zu klein gewordenen Coulissensteins nothwendig macht, die ursprüngliche Krümmung derselben geändert, so wird das bei der Regulirung der Steuerung an der Erscheinung erkannt, daß weder durch Berichtigung der Excentricstangen, noch durch Versetzung des Excentrics übereinstimmende Oeffnungen vor und hinter dem Schieber für die drei Hauptlagen des Händels erzielt werden können. Ein solcher Fall würde beispielsweise eingetreten sein, wenn unsere erste Aufzeichnung der Schieberöffnungen folgende Zahlen ergeben hätte.

**Aufzeichnung A.**

| Lage des Kurbelzapfens | Oeffnung des Schiebers in Millimetern. Lage des Steurungshändels vorn | in der Mitte | hinten. |
|---|---|---|---|
| vorn | 10 | 4 1/2 | 3 |
| hinten | 2 | 1 | 2 |

Diese Zahlen führen nämlich durch Verlängerung der Vorwärtsexcentricstange um 4 mm und der Rückwärtsexcentricstange um 1/2 mm und durch Versetzung des Vorwärtsexcentrics zu der

**Aufzeichnung B.**

| Lage des Kurbelzapfens | Oeffnung des Schiebers in Millimetern. Lage des Steurungshändels vorn | in der Mitte | hinten. |
|---|---|---|---|
| vorn | 2 1/2 | 1/2 | 2 1/2 |
| hinten | 2 1/2 | 1 1/2 | 2 1/2 |

und zeigen durch die zu geringe Schieberöffnung vorn bei der Mittelstellung des Händels, daß die Coulisse um $^1/_2$ mm zu stark gekrümmt ist.

Von manchen Seiten wird ein besonderer Werth auf gleichmäßige Voreilung des Schiebers gelegt. Dieselbe läßt sich für den Vorwärtsgang der Locomotive bei den Steurungen nach Stephenson und Allan mit gekreuzten Stangen leicht durch Verminderung, und bei den gleichen Steurungen mit offenen Stangen durch Vergrößerung des Voreilungswinkels des Vorwärtsexcentrics erzielen. Es zeige z. B. eine Steurung nach Stephenson mit gekreuzten Stangen bei der Regulirung 5 mm Schieberöffnung vor und hinter dem Schieber bei der Lage des Steurungshändels ganz nach vorn und ganz nach hinten, und $3^1/_2$ mm Oeffnung bei der Ruhestellung des Händels; wird nun das Vorwärtsexcentric soweit versetzt, bis sich die Schieberöffnung bei der Lage des Händels ganz nach vorn von 5 auf 2 mm (das ist um den doppelten Unterschied der Oeffnungen bei Lage des Händels nach vorn und in der Mitte) verkleinert hat, so gelangt man zu folgender

**Aufzeichnung.**

| Lage des Kurbelzapfens | Oeffnung des Schiebers in Millimetern. Lage des Steurungshändels vorn | in der Mitte | hinten. |
|---|---|---|---|
| vorn | $5-3=2$ | $3^1/_2-{}^1/_2\cdot 3=2$ | 5 |
| hinten | $5-3=2$ | $3^1/_2-{}^1/_2\cdot 3=2$ | 5 |

Nach derselben ist der Zweck des Verfahrens, die Erhaltung einer Steurung mit gleicher Voreilung für den Vorwärtsgang der Locomotive, erreicht, es ist aber für den Rückwärtsgang der Locomotive die Voreilung noch ungleicher geworden als früher, da sie gegen dort von $3^1/_2$ auf 5 mm, jetzt von 2 auf 5 mm zunimmt. Es beweist das, daß das angegebene Verfahren nur für Locomotiven zulässig ist, welche vorwiegend vorwärts fahren,

daß sich also dasselbe für Rangir- und Tenderlocomotiven verbietet.

Anmerkung. Ein Mittel, die Voreilungen des Schiebers bei den Steuerungen von Stephenson und von Allan übereinstimmend zu machen, besteht auch in der absichtlichen Vergrößerung des todten Ganges durch Erweiterung des Coulissenschlitzes für alle die Stellungen des Steins in demselben, welche zu große Voreilungen ergeben. In unserem letztgewählten Beispiele würde eine allmähliche Erweiterung des Coulissenschlitzes von der Mitte aus nach den beiden Enden der Coulisse zu um 3 mm überall gleiche Voreilungen von $3^1/_2$ mm bewirken.

Die Regulirung der Steurung von Stephenson mit offenen Stangen und der Steurungen von Allan und von Gooch wird in gleicher Weise vorgenommen wie bei einer Stephenson'schen Steurung mit gekreuzten Stangen, es bedarf daher keines näheren Eingehens auf die betreffenden Arbeiten, dagegen erübrigt noch die Besprechung der Doppelschiebersteurungen.

Bei Steurungen mit Doppelschiebern regulirt man zunächst den Grundschieber auf gleiches Voreilen, alsdann beobachtet man während langsamer Vorschiebung der Locomotive den Gang des Expansionsschiebers, merkt sich die Kolbenstellungen, bei welchen der Dampf abschließt, und regulirt ihn so, daß die Kolbenwege vorn und hinten bei Absperrung des Dampfes gleich werden.

Es wurde bereits oben auf den todten Gang der Steurungen aufmerksam gemacht und angedeutet, daß sich unter dem Einflusse desselben die Schieberöffnungen überhaupt und daher auch die Voreilungen vermindern. Da nun der todte Gang der Schieber um so stärker auftritt, je weiter der Steurungshändel nach vorn oder nach hinten verlegt wird, und da er sich überdies im Betriebe vergrößert, so wird ersichtlich, daß eine Locomotive mit gleicher Voreilung für alle Händelstellungen schon nach kurzem Betriebe diese Eigenschaften verliert.

Bei den vorzugsweise gebräuchlichen Locomotivsteurungen von Stephenson, Allan und Gooch zeigt sich der Einfluß des todten Ganges der Schieber in folgender Weise.

A. Die Steurungen von Stephenson und von Allan mit gekreuzten Stangen zeigen größere Voreilungen bei ausgelegtem Händel als bei der Mittelstellung des letzteren. Diese Unterschiede vermindern sich im Betriebe.

B. Die Steurungen von Stephenson und von Allan mit offenen Stangen zeigen kleinere Voreilungen bei ausgelegtem Händel als bei der Mittelstellung des letzteren. Diese Unterschiede vergrößern sich im Betriebe.

C. Bei der Steurung von Gooch sowohl mit gekreuzten, als auch mit offenen Stangen sind die Voreilungen für alle Händelstellungen die gleichen, es verschwindet jedoch diese Gleichheit der Voreilungen sehr bald im Betriebe, indem die Voreilungen bei ausgelegter Steurung sich rascher verkleinern als bei der Ruhelage des Händels.

Der todte Gang des Schiebers hat seinen Grund in den Spielräumen, welche bei den Locomotivsteurungen zwischen den Excentrics und den Excentricringen, zwischen den Excentricstangen und ihren Verbindungszapfen mit der Coulisse*) und welche endlich zwischen der Coulisse und dem Stein und zwischen der Verbindung des letzteren mit der Schieberstange sich bilden. Diese letztere Verbindung erfordert aber bei Allan und bei Gooch die Anwendung von zwei Zapfen, welche beide zur Vergrößerung des todten Ganges des Schiebers beitragen, während Stephenson nur einen Zapfen nothwendig macht. Es liegt hierin ein Grund, die Voreilung des Schiebers bei Steurungen nach Allan und nach Gooch von vornherein etwas größer zu bemessen, als das bei Anwendung einer Stephenson'schen Steurung nothwendig ist.

---

*) Die vorstehend aufgeführten Zwischenräume bleiben auf die Voreilung bei der Ruhelage der Steurung ohne Einfluß, weil sie sich gegenseitig für die Lage des Steins in der Mitte des Coulissenschlitzes ausgleichen. Es bildet das den Grund für die ungleiche Abnahme der Voreilungen bei den verschiedenen Händelstellungen.

Man pflegt den Locomotiven für Güterzüge die kleinsten, denen der rascher fahrenden Züge etwas größere und den Rangirmaschinen die größten Voreilungen zu geben. Das Vergrößern der Voreilung hat den Zweck, das Anziehen der Maschinen bei allen Kurbelstellungen thunlichst zu erleichtern.

# IV. Wagen, Cylinder, Kolben ꝛc.

## 1. Eintheilung der Locomotiven.

Der Locomotivkessel ruht mit der Maschine auf dem sog. Wagen; dieser, aus dem Radgestelle mit den Achsen, Rädern u. s. w. bestehend, bildet mit dem Kessel und der Maschine die Locomotive.

In dem Kessel mit der Armatur wird der erforderliche Dampf erzeugt, die Steurung bringt denselben auf möglichst günstige Weise in den Cylindern zur Wirkung, der Wagen erfüllt den Zweck, die durch die Maschine gewonnene Kraft zur eigenen Fortbewegung und zur Fortbewegung des Zuges nutzbar zu machen.

Von verschiedenen Gesichtspunkten ausgehend, theilt man die Locomotiven in verschiedene Classen.

1. Nach dem Zwecke der Maschinen in solche für Personenzüge, Güterzüge, gemischte Züge und für den Rangirdienst.

Bei den Personenzugmaschinen kommt die Geschwindigkeit, bei den Lastzug- und Rangirmaschinen die Zugkraft mehr in Betracht, und haben daher die ersteren große Räder und einen kleinen Kolbenhub, also auch kurze Kurbeln, die anderen dagegen kleinere Räder und größeren Hub. Die Maschine für gemischte Züge (Güterzüge mit Personenbeförderung) soll beiden Zwecken dienen, die Räder und Kurbeln haben daher mittlere Abmessungen.

2. Nach der Lage der Cylinder, in solche mit innen- und solche mit außenliegenden Cylindern. Letztere liegen außerdem entweder waagerecht oder geneigt, mehr in der Mitte oder am vorderen Ende. In der letzten Zeit auch zuweilen mehr am hinteren Ende.

3. Nach der Art des Radgestelles, in solche mit festen oder mit beweglichen Radgestellen.

4. Nach der Lage der Achsen in solche, bei denen alle Achsen vor der Feuerkiste liegen, oder in solche, bei welchen eine oder mehrere Achsen unter oder hinter derselben liegen*).

5. Nach der Zahl der Triebräder in ungekuppelte oder einfach- und mehrfachgekuppelte Maschinen.

6. Nach der Anzahl der Achsen in solche mit 2, 3, 4 und mehr Achsen.

Hieran schließen sich 7. die Tendermaschinen, bei welchen Kohlen, Wasser, Werkzeug u. s. w. auf der Locomotive selbst und nicht auf einem besonderen Wagen, dem Tender, Platz finden.

Es lassen sich leicht noch weitere Unterabtheilungen aufstellen, dieselben ergeben aber keine sehr wesentlichen Unterschiede mehr: nach der Anordnung des Rahmens könnte man die Locomotiven in solche mit einfachem oder doppeltem, mit innerhalb oder außerhalb der Räder liegendem eintheilen; nach der Steurung in solche mit einfachen oder doppelten Schiebern, mit unterhalb des Kessels oder außerhalb der Räder liegender Steurung; nach den Kesseln in solche mit oder ohne Dom, mit oder ohne überhöhter Feuerkiste. Weitere Eintheilungen würden die verschiedenen Anordnungen der Federn geben; es würde jedoch zu weit führen und nutzlos sein, schon hier auf alle diese Unterschiede einzugehen.

Allen Locomotiven gemeinsam ist die Anwendung von zwei Dampfcylindern**) und die Uebertragung der Dampfkraft durch Kolben, Kolbenstangen, Kreuzkopf und Pleuelstangen auf die Treib-

---

*) Die Lage der Achsen ist nicht von sehr erheblichem Einflusse auf die Bauart, sie ist hier nur als wesentliches Merkmal aufgeführt, weil von ihr, der Größe der Triebfeder und der Belastung der Vorderachse die Geschwindigkeit abhängt, mit welcher die Locomotive fahren darf.

**) Es ist hier von den ganz vereinzelt vorkommenden Locomotiven mit 3 und 4 Cylindern abgesehen.

räder und von hier aus, bei gekuppelten Achsen, durch Kuppelstangen auf diese Achsen.

Ehe wir auf die Art dieser Uebertragung und die dazu erforderlichen Theile eingehen, wollen wir den eigentlichen Wagen, das ist die Achsen, Achslager, Rahmen, Federn und Kesselstützen, welche den Kessel mit dem Wagen verbinden, betrachten.

## 2. Die Längsträger.

Das eigentliche Wagengestell bilden die Längsträger (Rahmen), welche in verschiedenen Formen, wie schon angegeben, vorkommen; meistens besteht jeder der beiden Träger aus einem Bleche von circa 26 mm Stärke, welches in verschiedener Weise ausgeschnitten und oft auch noch gekröpft ist. Dieselben liegen dicht hinter den Rädern dem Kessel entlang, sind vorn mit der Rauchkammer fest verbunden und tragen hinten die Feuerkiste in der Weise, daß die durch die Wärme des Kessels hervorgerufene Längenausdehnung desselben ungehindert vor sich gehen kann. Unter sich sind die beiden Längsträger vorn durch die Bufferbohle und hinten durch den Zugkasten fest verbunden; unter dem Kessel werden sie durch Kesselträger abgesteift.

Besondere Ausschnitte der Längsträger nehmen die Achslagerkasten mit den Lagern und diese wieder die Achsschenkel auf.

Damit die Stöße, welche beim Fahren die Schienenstöße und Unebenheiten der Bahn hervorbringen, nicht zu heftig auf den Wagen und Kessel wirken, sind zwischen Achslagern und den Längsträgern federnde Verbindungen, aus Federn von Stahl bestehend, angebracht. Die Fig. 329—331 zeigen die Längsträger einer dreiachsigen Maschine, von denen die beiden hintern gekuppelt sind, in der Seitenansicht, im Querdurchschnitte und Grundrisse. Die beiden Längsträger bestehen hier aus geraden etwa 25 mm starken Blechen, welche mit a bezeichnet sind; durch die Bufferbohle b und den Zugkasten c, in welchem bei o der Bolzen für die Kuppelung mit dem Tender angedeutet ist, werden dieselben vorn und

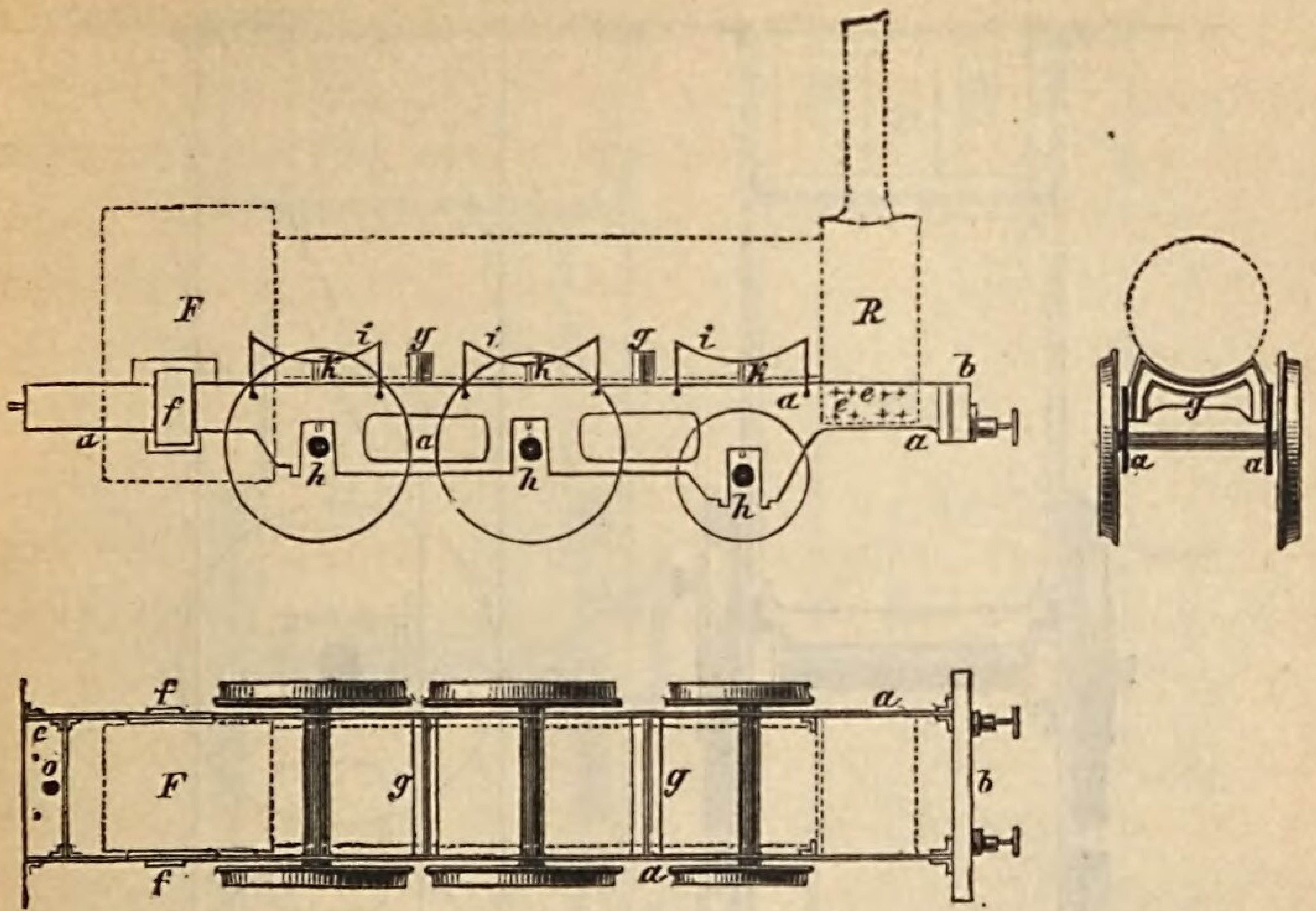
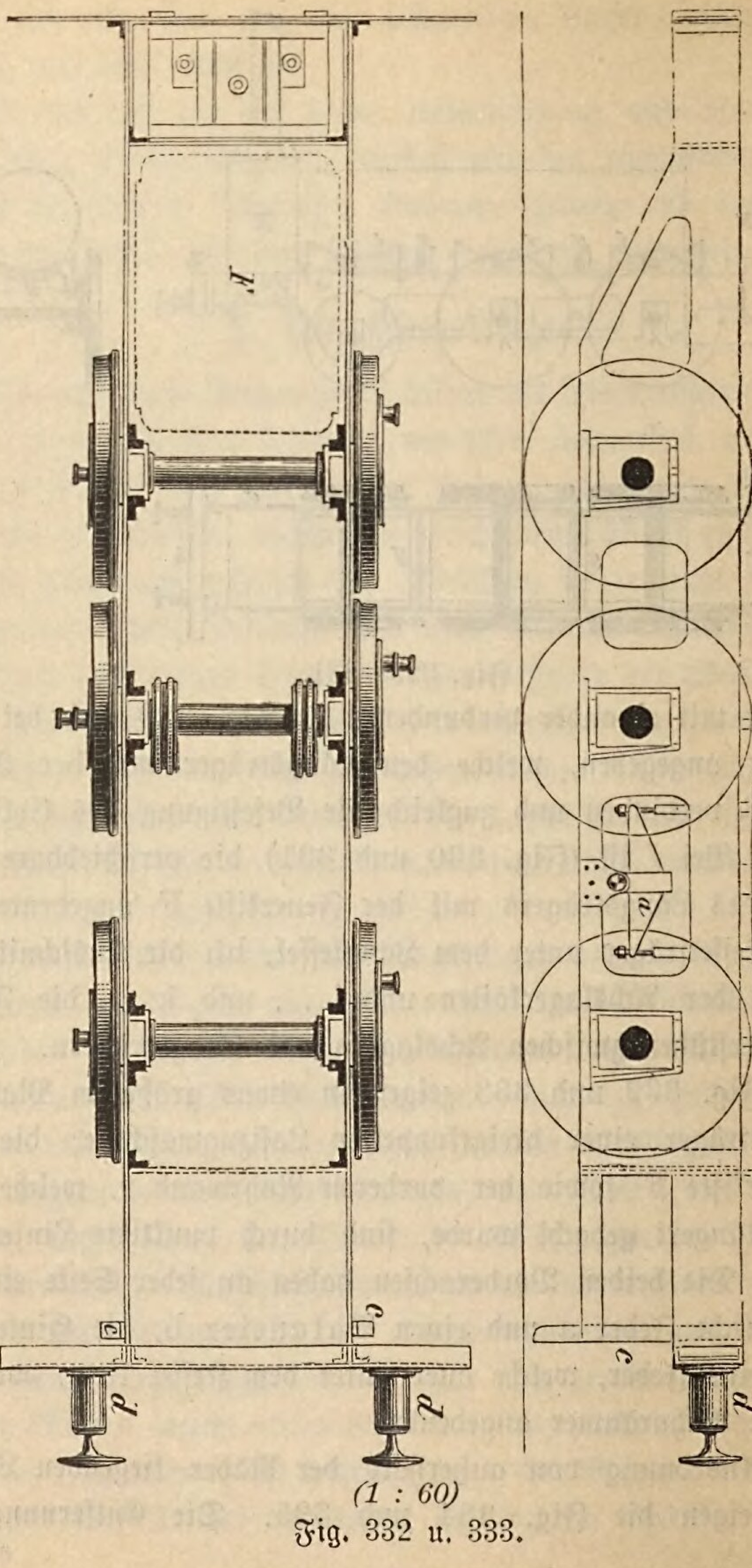



Fig. 329—331.

hinten fest mit einander verbunden. In Fig. 329 sind bei e die Schrauben angegeben, welche den Längsträger mit der Rauchkammer R verbinden und zugleich die Befestigung des Cylinders besorgen. Bei f ist (Fig. 330 und 331) die verschiebbare Verbindung des Längsträgers mit der Feuerkiste F angedeutet; gg sind die Kesselträger unter dem Langkessel, hh die Ausschnitte zur Aufnahme der Achslagerkasten und i . . und k . . die Federn nebst Federstützen zwischen Achslagern und Längsträgern.

Die Fig. 332 und 333 zeigen in etwas größerem Maßstabe die Längsträger einer dreigekuppelten Lastzugmaschine; die Lage der Feuerkiste F sowie der vorderen Rohrwand r, welche nach unten verlängert gedacht wurde, sind durch punktirte Linien angedeutet. Die beiden Vorderachsen haben an jeder Seite eine gemeinschaftliche Feder a und einen Balancier b, die Hinterachse hat nur eine Feder, welche quer unter dem Kessel liegt, vorn bei c sind die Bahnräumer angedeutet.

Die Anordnung von außerhalb der Räder liegenden Längsträgern zeigen die Fig. 334 und 335. Die Entfernung der




(1 : 60)

Fig. 332 u. 333.

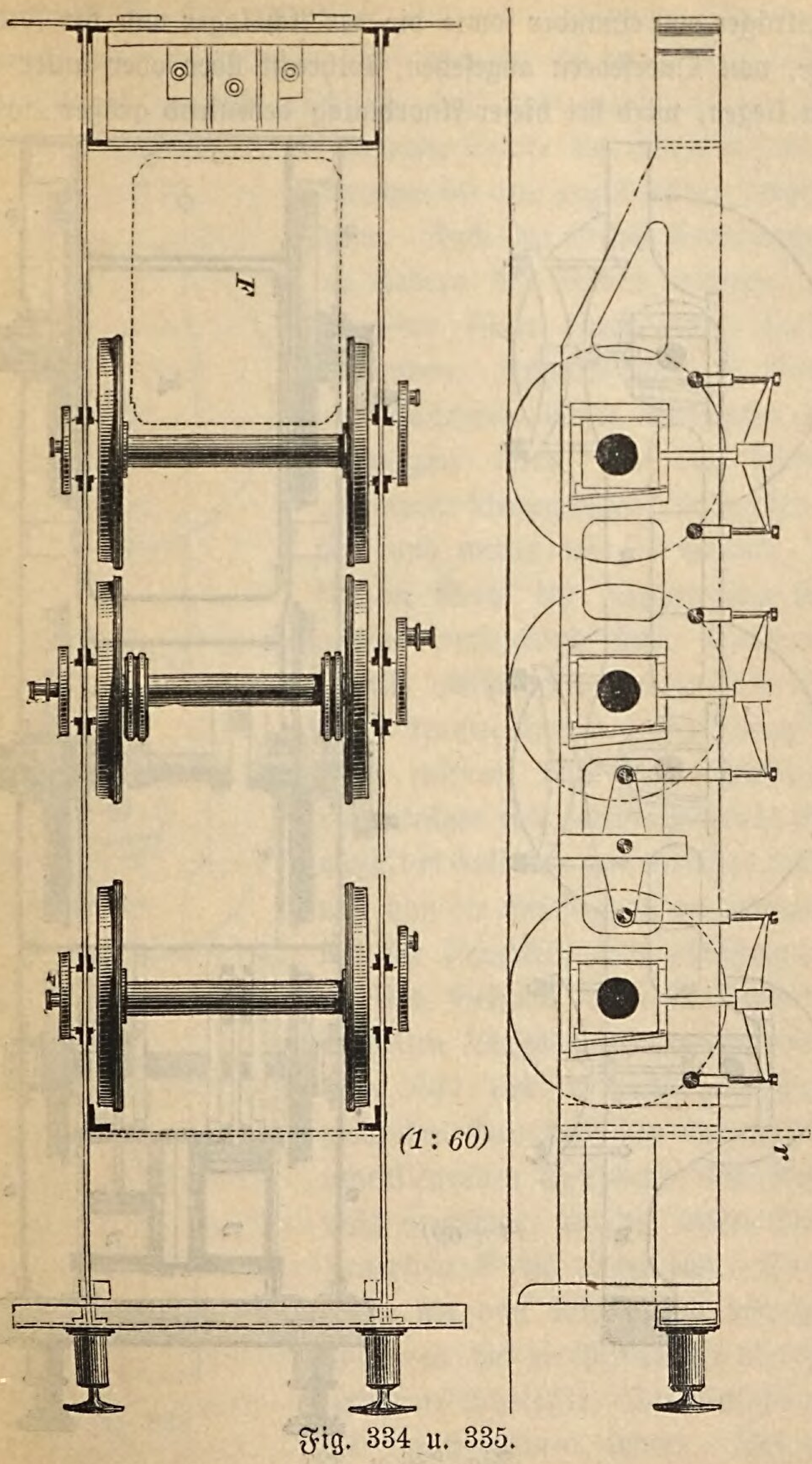



Fig. 334 u. 335.

Längsträger von einander sowie die der Achslager und der Federn, welche, von Querfedern abgesehen, lothrecht über oder unter denselben liegen, wird bei dieser Anordnung bedeutend größer, so daß

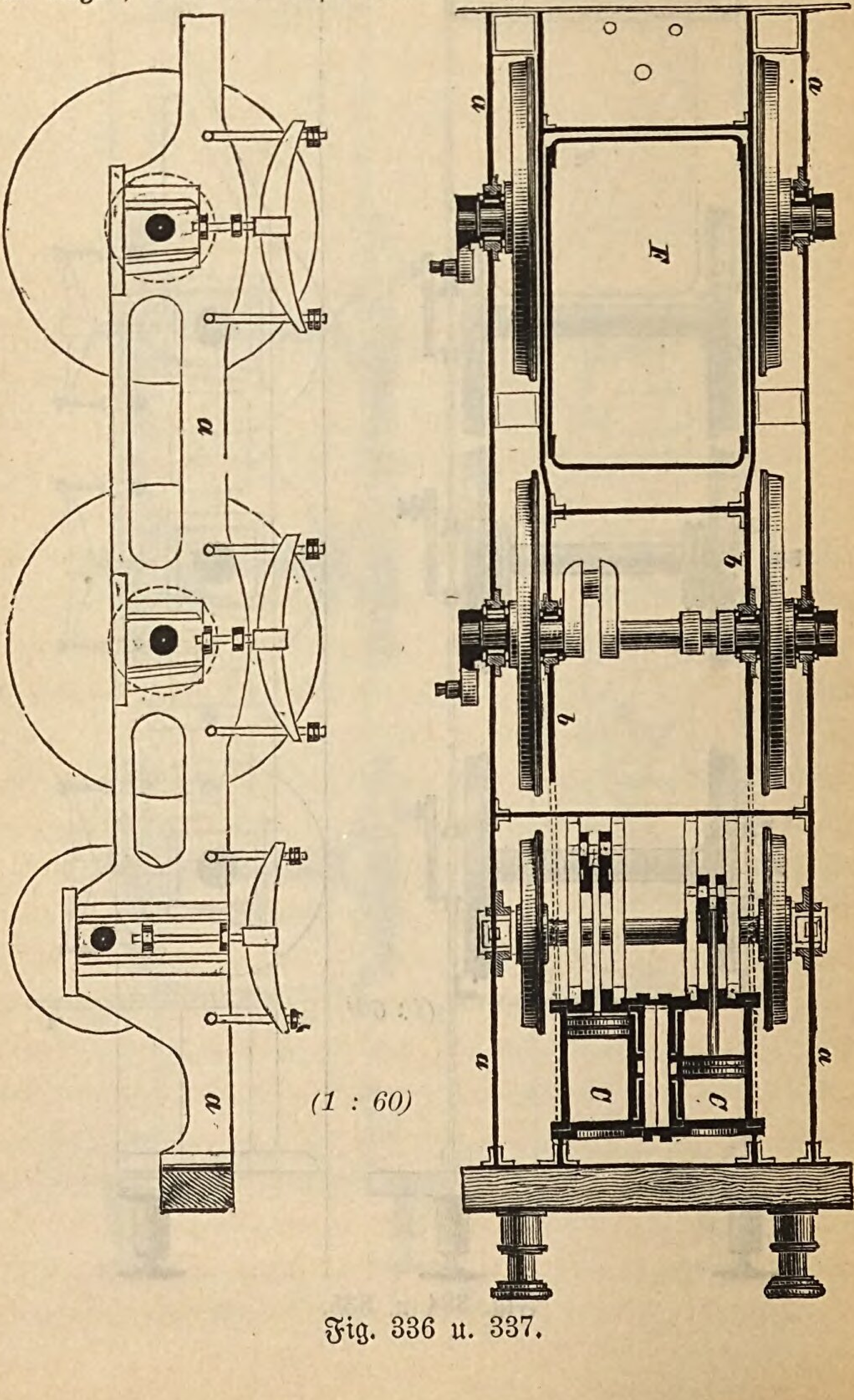



Fig. 336 u. 337.

es möglich ist, für jede Achse zwei oben liegende Federn anzubringen, was bei anderen Einrichtungen oft der Kessel nicht zuläßt. Es ist zugleich ersichtlich, daß man die Weite der Feuerkiste F mindestens um die doppelte Stärke des Längsträgers, also um etwa 50 mm gegen früher, vergrößern kann. Auch bei dieser Anordnung sind die Federn der beiden vorderen Achsen an jeder Seite durch einen Balancier verbunden. Näheres über die Vortheile und Nachtheile dieser verschiedenen Anordnungen wird bei dem Abschnitte „Störende Bewegungen" angegeben werden, und werden wir die Gründe, welche für die Wahl der verschiedenen Anordnungen maßgebend sind, bei dem Abschnitte „Achslager, Federn und Balancier" kennen lernen. Hier mag angeführt werden, daß die außenliegenden Längsträger eine schädliche große Entfernung der Cylinder von einander bedingen, und daß die Befestigung der Längsträger mit der Feuerkiste hier schwieriger ist.

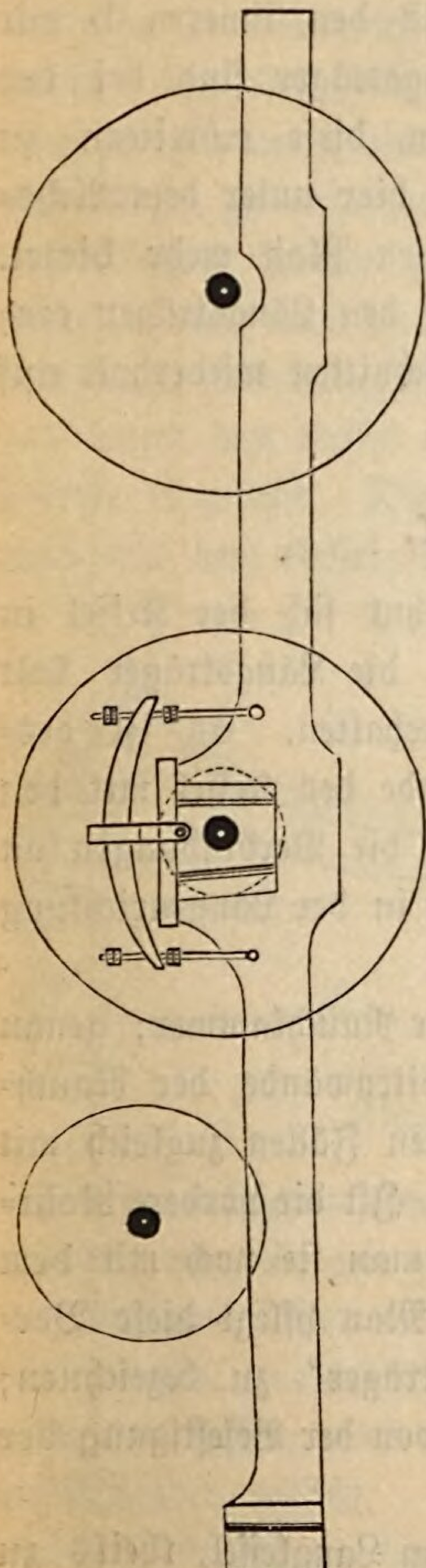


Fig. 338.

Als Beispiel einer Locomotive mit doppelten Längsträgern mögen die Fig. 336, 337 und 338 gelten. Fig. 336 giebt den Grundriß der Locomotive mit innenliegenden Cylindern; der Kessel ist nicht gezeichnet, nur der untere Theil der Feuerkiste F ist angedeutet. Die Maschine hat drei Achsen und acht Federn, und zwar hat die Mittelachse vier Federn und vier Achslager. Die Gründe werden wir noch kennen lernen. Die Räder

liegen zwischen den beiden Längsträgern a und b, von denen die beiden äußeren die Achslager der Vorderachse und Hinterachse aufnehmen. Die beiden Dampfcylinder CC sowie die Feuerkiste F sind an den inneren Längsträgern allein befestigt. Fig. 337 zeigt den äußeren Längsträger a und Fig. 338 den inneren b mit Achslagern und Federn. Die inneren Längsträger sind bei der Feuerkiste weiter auseinandergekröpft, um diese erbreitern zu können. Die Federn der Triebachse liegen hier unter dem Achslager, weil über demselben der Kessel keinen Platz mehr bietet. Es würde überflüssig sein, hier näher auf den Längsträger einzugehen, wir kommen in den folgenden Abschnitten wiederholt auf denselben zurück.

## 3. Die Kesselträger.

Nach dem Anheizen der Locomotive dehnt sich der Kessel in Folge der Wärmezunahme aus, während die Längsträger kalt bleiben und ihre ursprüngliche Länge beibehalten. Es ist deshalb erklärlich, daß man nur an einem Ende den Kessel mit den Längsträgern fest verbinden darf, und daß die Verbindungen an den anderen Stellen eine kleine Verschiebung in der Längenrichtung des Kessels zulassen müssen.

Die feste Verbindung liegt immer an der Rauchkammer; genau eingepaßte Schrauben gehen durch die Seitenwände der Rauchkammer und die Längsträger, in den meisten Fällen zugleich mit zur Befestigung der Dampfcylinder dienend. Ist die vordere Rohrwand nach unten verlängert, so verbindet man sie noch mit dem Längsträger durch besondere Winkeleisen. Man pflegt diese Verbindungen meist mit dem Namen „Kesselträger“ zu bezeichnen; wir werden sie erst dann behandeln, wenn von der Befestigung der Dampfcylinder die Rede ist.

Die Kesselträger liegen theils unter dem Langkessel, theils zu beiden Seiten der Feuerkiste, seltener ist ein besonderer Kesselträger noch auf dem Führerstande unter der Feuerthür angebracht.

Bei der Betrachtung der unter dem Langkessel liegenden Kesselträger ist zu bemerken, daß sie ihren Namen mit Unrecht führen; der Kessel wird bei der Rauchkammer und der Feuerkiste von den Längsträgern getragen, im Uebrigen ist er viel fester und steifer, als man die Längsträger überhaupt machen kann, und trägt sich selbst. Die Kesselträger unter dem Kessel dienen nur dazu, die Längsträger unter einander abzusteifen und in der richtigen Lage zum Kessel zu erhalten. Fig. 339 zeigt die neuere gebräuchliche Form eines solchen sog. Kesselträgers; a ist ein Eisenblech von etwa 16 mm Stärke, welches gut zwischen die beiden Längsträger und unter den Langkessel gepaßt ist; dasselbe ist zu beiden Seiten und unter dem Kessel durch zwei Winkeleisen b von etwa 13 mm Stärke eingefaßt. Diese Winkeleisen sind mit dem Bleche a, aber nicht mit dem Kessel selbst vernietet, da dieser sich, wie oben gesagt, auf dem Träger verschieben können muß. Die Verbindung mit den beiden Längsträgern ff wird meist durch Schrauben, seltener durch Niete hergestellt, um die Längsträger bei Ausbesserungen leichter abnehmen, oder, wenn diese an den Feuerkisten vorkommen, abbiegen zu können.

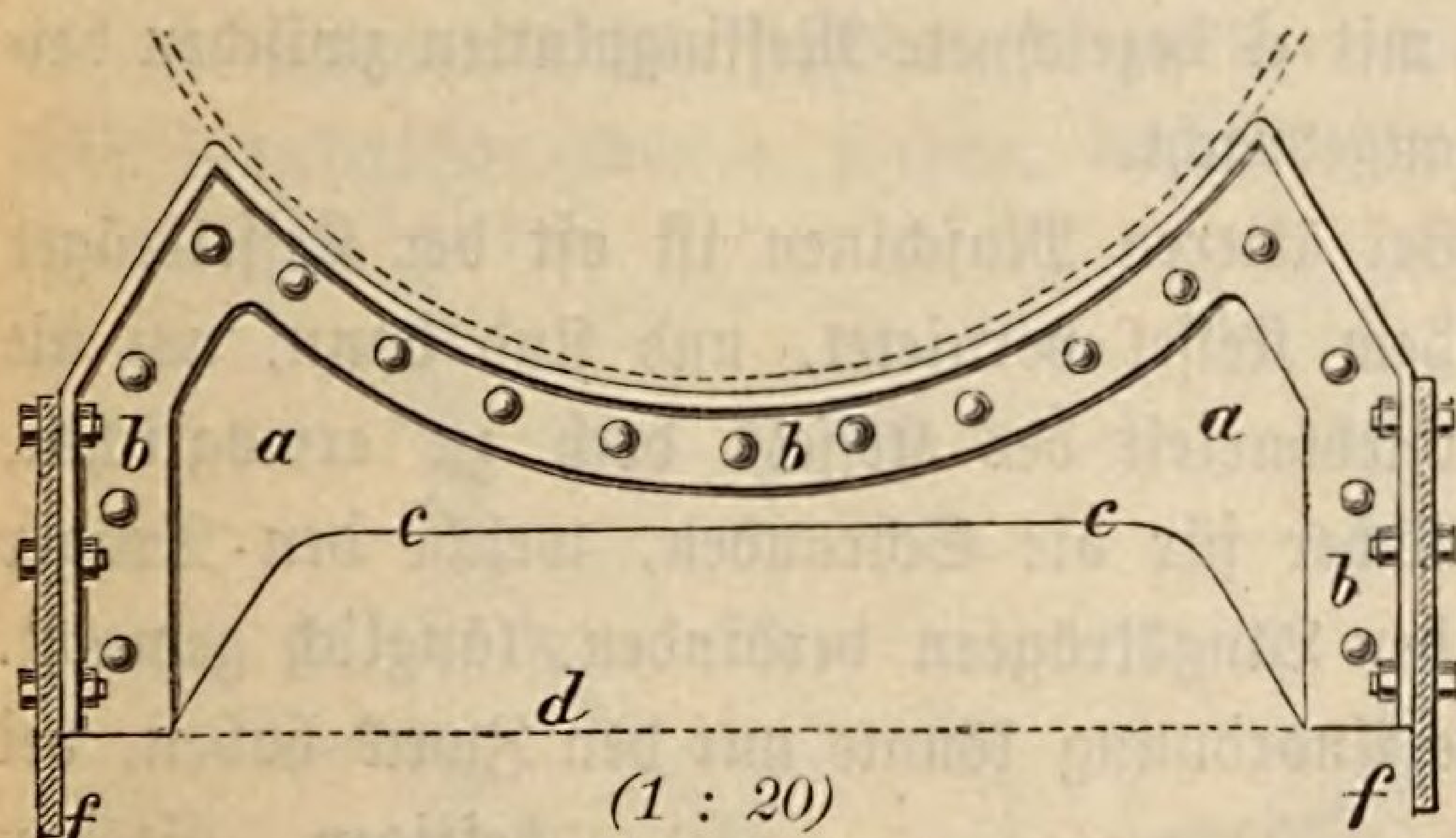


Fig. 339.

Meistens lassen es die Coulissen und Excentricstangen nicht zu, das Blech a, wie bei d punktirt angegeben ist, unten gerade durchgehen zu lassen, man wird es in der Regel, wie bei cc gezeichnet, ausschneiden müssen.

In Verkennung des eigentlichen Zweckes der Anordnung findet man noch Anordnungen der Kesselträger wie Fig. 340 gezeichnet; man hat sich durch den Namen verleiten lassen, denselben als wirkliche

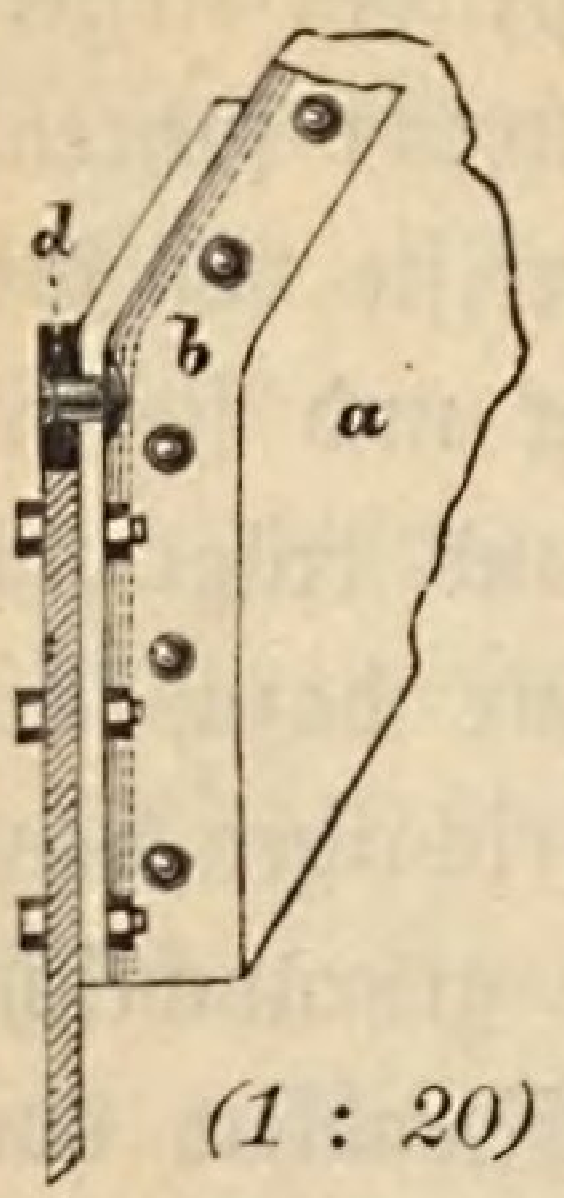


Fig. 340.

Stütze für den Kessel zu behandeln und, um das Abschneiden der Verbindungsschrauben des Trägers mit dem Längsträger zu verhüten, denselben nach oben zu verlängern und ein besonderes Stück d an die Winkeleisen zu nieten, welches sich oben auf den Längsträger legt; oft findet man dieses besondere Stück d fortgelassen, und hat man dem Bleche a einen Ansatz gegeben, welcher sich in gleicher Weise oben auf den Längsträger stützt.

Die in Fig. 341 gezeichnete Form des Trägers wird angewandt, wenn der im Durchschnitt gezeichnete Balancier b die Anordnung wie in Fig. 340 verbietet.

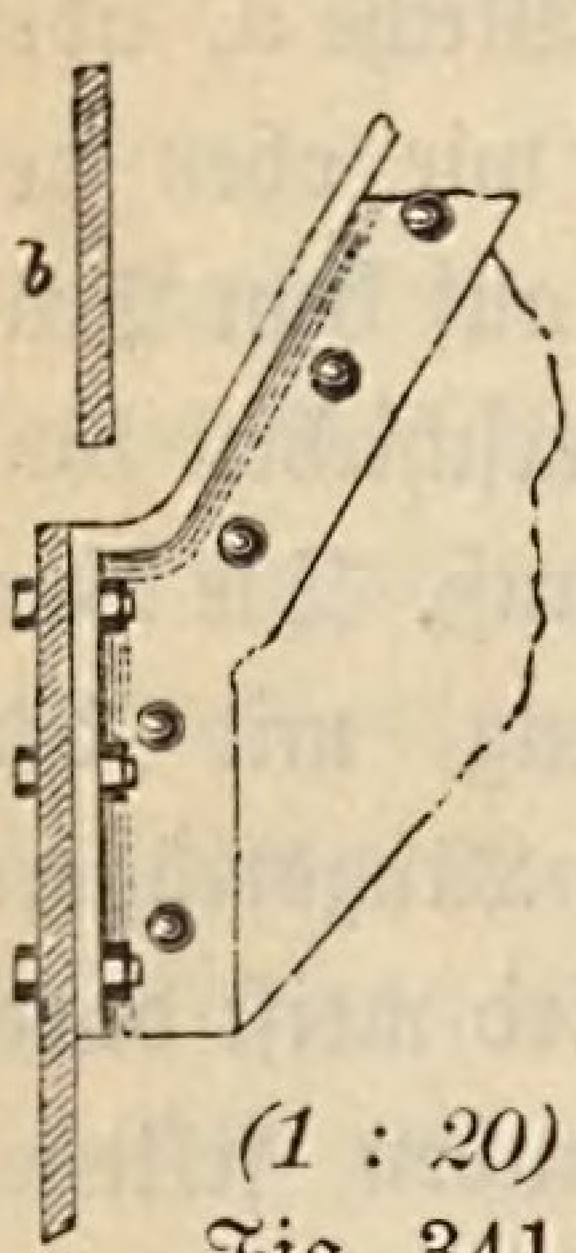


Fig. 341.

Um das Gleiten des Kessels auf dem Kesselträger zu erleichtern, findet man besondere in Fig. 342 mit d bezeichnete Messingplatten zwischen beiden angebracht.

Bei älteren Maschinen ist oft der Kesselträger mit dem Kessel vernietet, und sind dann, um die Verschiebbarkeit des Kessels doch zu ermöglichen, die Löcher für die Schrauben, welche den Träger mit den Längsträgern verbinden, länglich gemacht. Diese Anordnung könnte nur den Zweck haben, bei heftigen Stößen und bei Zusammenstößen eine vollständige Trennung des Kessels von dem Gestelle zu verhindern, eine Trennung,

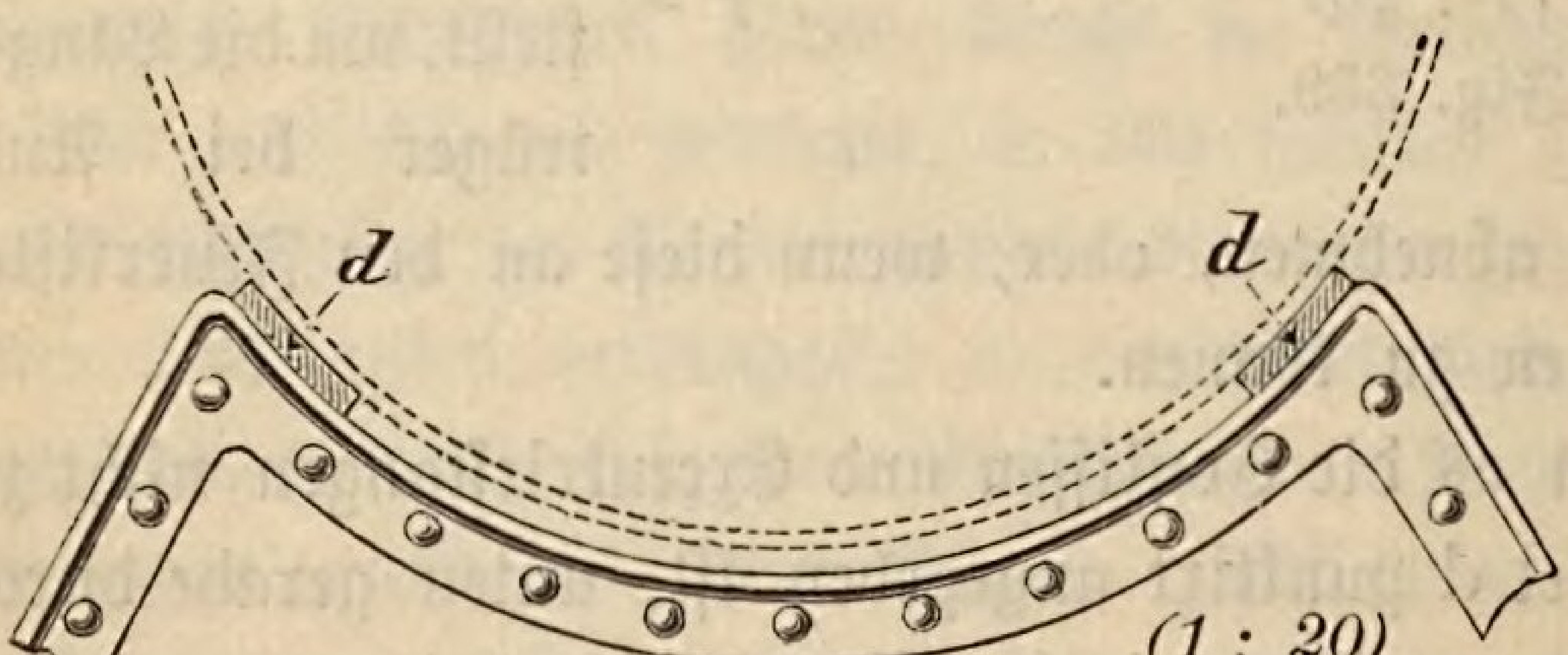


Fig. 342.

welche, wie viele Unfälle beweisen, auch ohne diese Vernietung nicht zu befürchten ist. Die länglichen Löcher erfüllen ihren Zweck nur unvollkommen, es wird immer eine gewisse Biegung des Trä-

gers und ein Zerren an den Verbindungsstellen desselben mit dem Kessel vorkommen, wenn die Schrauben durch die Längsträger nur einigermaßen fest angezogen sind. Außerdem, daß die Durchbohrungen des Kessels für die Niete unnöthig sind, zeigt die innere Untersuchung des Kessels die Richtigkeit unserer obigen Behauptung durch die vielen Rostlöcher und Rostfurchen, welche sich in der Nähe des Kesselträgers vorfinden.

Von obigen abweichende Formen zeigen Fig. 343 und 344. In Fig. 344 besteht jeder Kesselträger aus einem Stücke, welches in oben gerügter Weise Kessel und Längsträger fest verbindet und auch die angegebenen Nachtheile im Gefolge hat. In Fig. 343 ist der Träger aus zwei besonderen Stücken angefertigt, von welchen das eine mit dem Kessel und das andere mit dem Längsträger fest verbunden ist. Um das Gleiten auf einander zu erleichtern, ist ein besonderes Messingstück d zwischen beiden angebracht; die Verbindungsschrauben e finden, der Verschiebbarkeit der Anord-

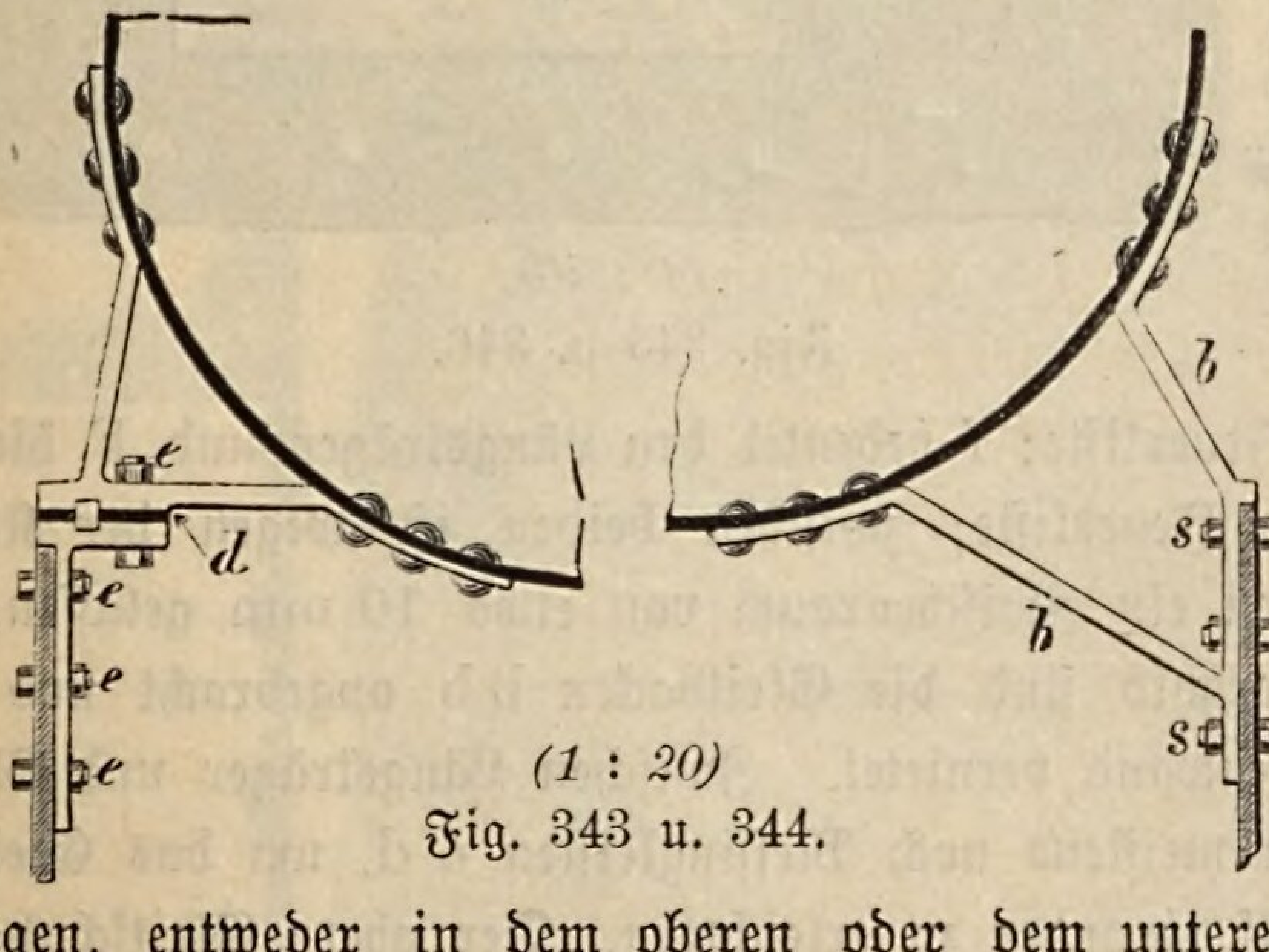
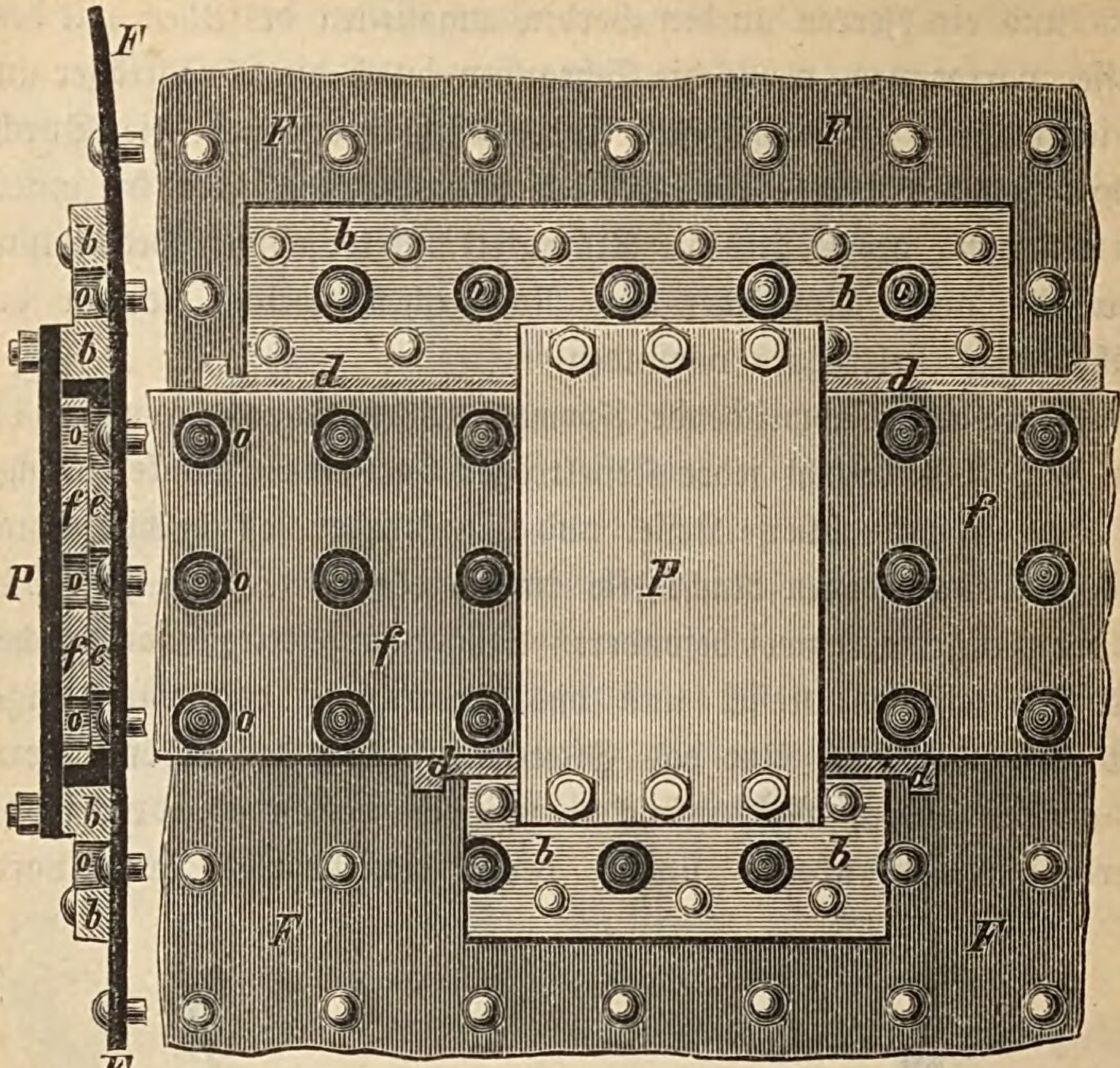


Fig. 343 u. 344.

nung wegen, entweder in dem oberen oder dem unteren Stücke längliche Löcher.

Wenn diese Anordnung auch nicht so nachtheilig wirkt wie die vorherige, so ist doch unseres Erachtens der zuerst in Fig. 339 gezeichnete Träger der beste.

Fig. 345 und 346 zeigen die Befestigung des Längsträgers




(1 : 10)

Fig. 345 u. 346.

an der Feuerkiste; f bedeutet den Längsträger und F die Seitenwand der Feuerkiste; zwischen beiden ist wegen der Köpfe der Stehbolzen ein Zwischenraum von etwa 10 mm gelassen. Ober- und unterhalb sind die Gleitbacken b b angebracht und mit der Feuerkistenwand vernietet. Zwischen Längsträger und Gleitbacken legt man meistens noch Messingleisten d d, um das Gleiten derselben auf einander zu erleichtern. Der obere Gleitschuh soll den Kessel allein tragen, er wird deshalb bedeutend länger gemacht als der untere, welcher nur als Führung dient. Man bringt hinter dem Längsträger zwischen den Stehbolzen noch besondere schmale Zwischenlagen e von Messing oder Eisen an, welche verhüten, daß der Längsträger sich gegen die Stehbolzenköpfe legt.

Die beiden Gleitbacken werden durch eine aufgeschraubte eiserne Platte P verbunden, welche sich auf den Längsträger legt; dieser ist dadurch so eingeschlossen, daß ihm nur eine Längenverschiebung möglich bleibt.

Um nicht den Längsträger losnehmen zu müssen, wenn hinter demselben ein Stehbolzen undicht wird, durchbohrt man ihn und die Gleitbacken, wie in den Zeichnungen 345 und 346 bei o angegeben, über jedem Stehbolzenkopf so groß, daß man diesen durch das Loch verstemmen kann.

Liegt der Längsträger außerhalb der Räder, wie in Fig. 334 und 335 gezeichnet, so liegt er bedeutend weiter von der Feuerkistenwand entfernt, und müssen daher auch die Gleitbacken eine andere Einrichtung bekommen.

Dieselben (b b Fig. 347 und 348) sind durch eine mit denselben aus einem Stücke bestehende Platte b′ verbunden, welche

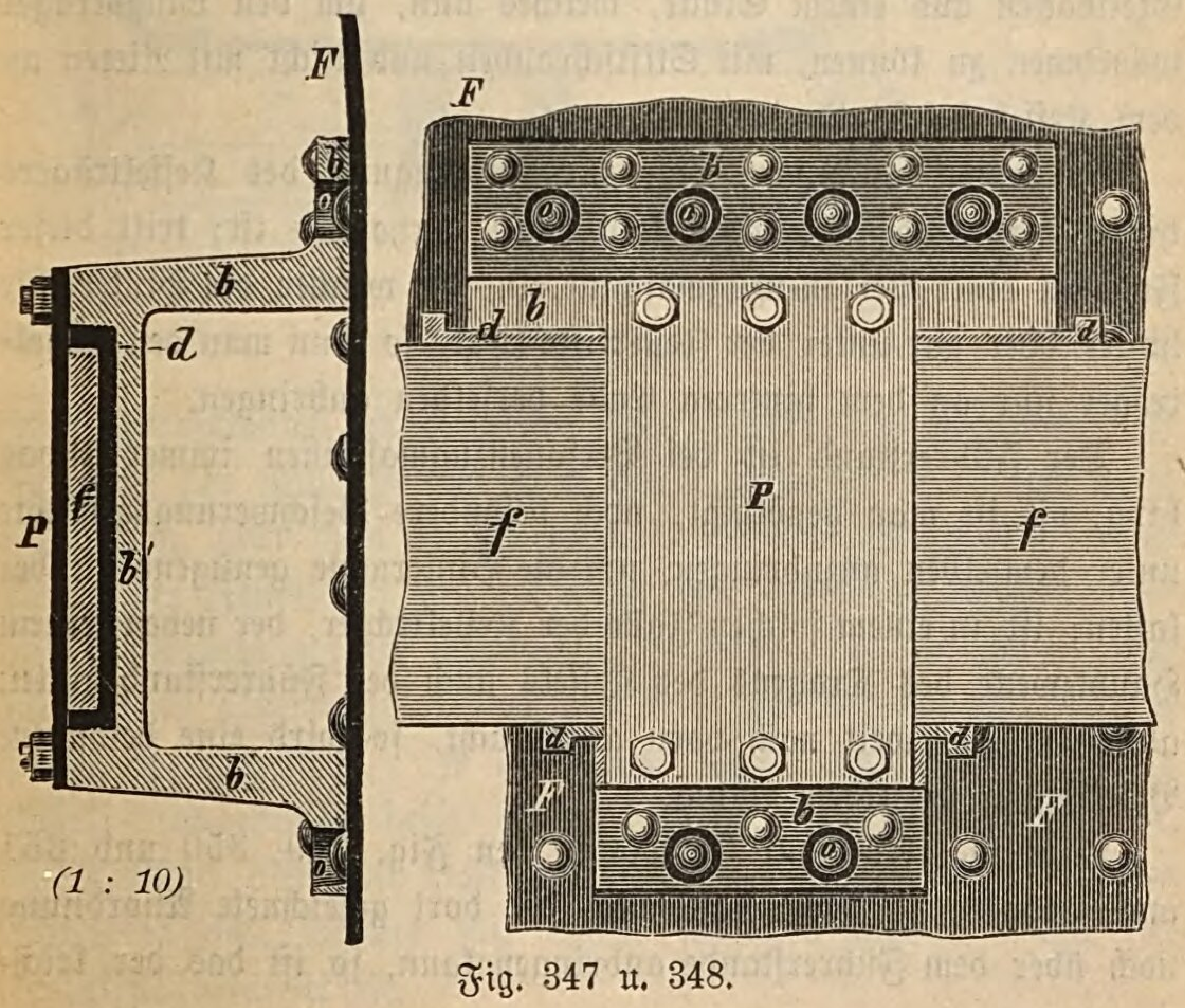



Fig. 347 u. 348.

zugleich den Halt für den Längsträger nach der Feuerkiste zu abgiebt. Die Messingleisten d sind hinter der ganzen Höhe des Längsträgers durchgeführt, was nicht gerade nöthig ist, man hätte auch, wie in Fig. 345 und 346, schmalere Leisten von Messing hinter die Längsträger nieten können. Die Platte P hat hier denselben Zweck wie in jenen Figuren. Bei außen liegenden Längsträgern wird die Durchbohrung derselben, um die Stehbolzenköpfe offen zu legen, unnöthig, die der Gleitbacken b bei o kann auch hier nicht vermieden werden.

Die schwierigere Herstellung der Gleitbacken b macht diese Anordnung theurer.

Ist die Anlage der Maschine derartig, daß man mit dem Kesselträger hinter ein Rad kommt, so ist meistens für die Muttern der Schrauben, welche die Platte P mit den Gleitbacken verbinden, kein Platz vorhanden, und macht man in diesem Falle Platte und Gleitbacken aus einem Stücke, welches nun, um den Längsträger losnehmen zu können, mit Stiftschrauben und nicht mit Nieten an dem Kessel befestigt wird.

Es kommt auch vor, daß zur Anbringung des Kesselträgers hinter dem Rade überhaupt kein Platz vorhanden ist; tritt dieser Fall bei einer Personenzugmaschine ein, bei welcher die Hinterachse hinter oder gar unter der Feuerkiste liegt, so kann man den Kesselträger nur an dem hinteren Ende derselben anbringen.

Der Führerstand ist bei Personenzugmaschinen immer etwas lang, oft ist man genöthigt, noch besondere Beschwerungsgewichte unter demselben anzubringen, um die Hinterachse genügend zu belasten; ist in einem solchen Falle der Kesselträger, der neben seinem Hauptzwecke des Tragens des Kessels auch den Führerstand hinten absteifen soll, weit nach vorn angebracht, so wird eine besondere Befestigung desselben nöthig.

Liegt die Feuerthür T, wie in den Fig. 349, 350 und 351 angenommen, so hoch, daß man die dort gezeichnete Anordnung noch über dem Führerstande anbringen kann, so ist das der leich-

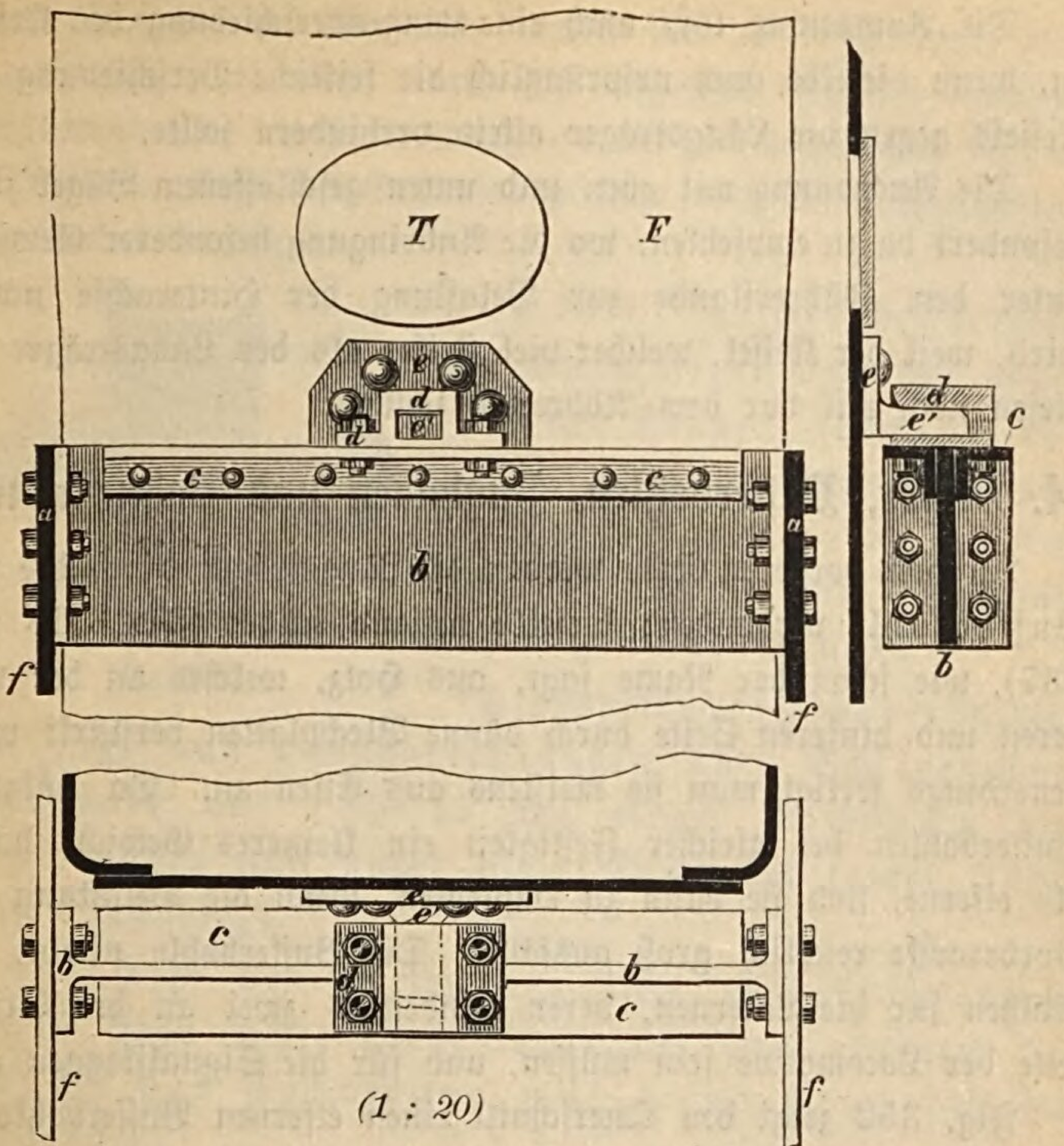



Fig. 349—351.

teren Untersuchung der einzelnen Theile wegen sehr angenehm; ist das nicht der Fall, so legt man den Querträger b so viel tiefer als nöthig, oder man bringt entsprechende Einrichtungen zu beiden Seiten der Feuerthüre an. Die in den genannten Figuren getroffene Anordnung ist folgende: Die beiden Längsträger ff sind durch einen Querträger b, welcher oben mit Winkeleisen c c eingefaßt ist, abgesteist. In der Mitte dieses Querträgers ist ein Bügel d angebracht, dessen Form aus der Zeichnung ersichtlich ist. Dieser Bügel dient als Halt und Führung für die Zunge e' eines Schmiedestückes, welches mit einem kräftigen Lappen e mit der Feuerkiste vernietet ist.

Die Anordnung läßt auch eine Längenverschiebung des Kessels zu, wenn dieselbe auch ursprünglich die seitliche Verschiebung des Kessels gegen die Längsträger allein verhindern sollte.

Die Anordnung mit oben und unten geschlossenem Bügel d ist besonders da zu empfehlen, wo die Anbringung besonderer Gewichte unter dem Führerstande zur Belastung der Hinterachse nöthig wird, weil der Kessel, welcher viel steifer als der Längsträger ist, diesen noch mit vor dem Abbrechen schützt.

## 4. Buffer, Bufferbohlen, Zughaken und Bahnräumer.

An dem vorderen Ende werden die Längsträger durch die sog. Bufferbohle verbunden; dieselbe bestand früher (Fig. 336 und 337), wie schon der Name sagt, aus Holz, welches an der vorderen und hinteren Seite durch dünne Blechplatten verstärkt war; neuerdings fertigt man sie meistens aus Eisen an. Da hölzerne Bufferbohlen bei gleicher Festigkeit ein kleineres Gewicht haben als eiserne, sind sie dann zu empfehlen, wenn die Belastung der Vorderachse reichlich groß ausfällt. Die Bufferbohle nimmt die Stützen für die Laternen, deren mindestens zwei an der Stirnseite der Locomotive sein müssen, und für die Signalflaggen auf.

Fig. 352 zeigt den Querschnitt einen eisernen Bufferbohle in etwa 1/20 der natürlichen Größe. Zwei kräftige ⊔ Eisen a a sind durch zwei gleichfalls kräftige Platten b b von Schmiedeeisen verbunden und ist der so entstandene Kasten durch Winkeleisen d und Niete mit dem Längsträger f verbunden. An beiden Enden wird die Bufferbohle passend durch vorgelegte Bleche verschlossen.

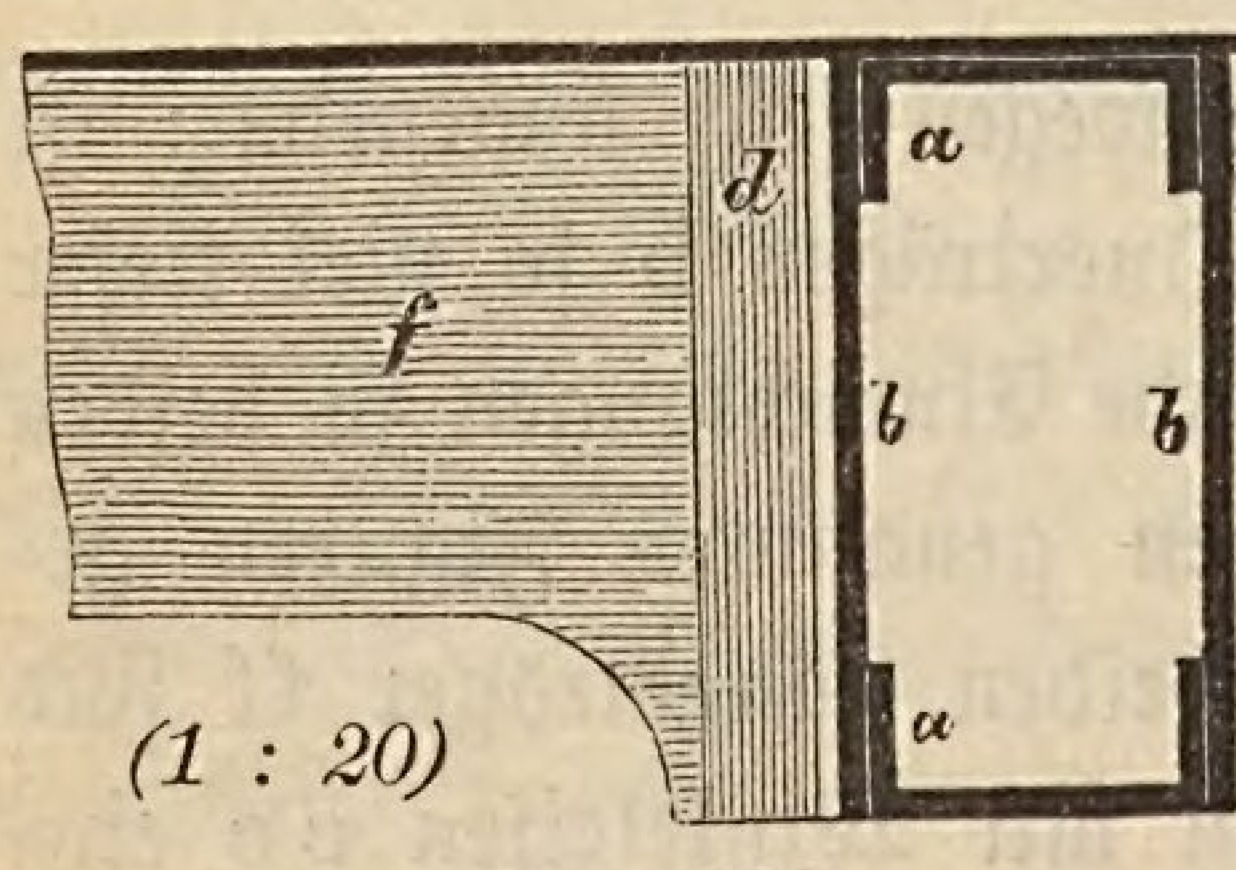


Fig. 352.

In der Mitte der Bufferbohle ist ein starker Zughaken angebracht, welcher nöthig wird, wenn zwei Locomotiven vor einander gespannt werden, oder wenn eine Maschine an dem vorderen Ende mit Wagen verkuppelt werden soll. Um die Bufferbohle bei plötz-

lichem Anziehen der Maschine nicht so bald zu beschädigen, wird sie, wie Fig. 353 zeigt, durch die aufgelegte Platte p verstärkt, und bringt man die Gummiringe r r mit zwischengelegten eisernen Platten an. Statt der Gummiringe kann auch eine Schneckenfeder eingeschaltet werden.

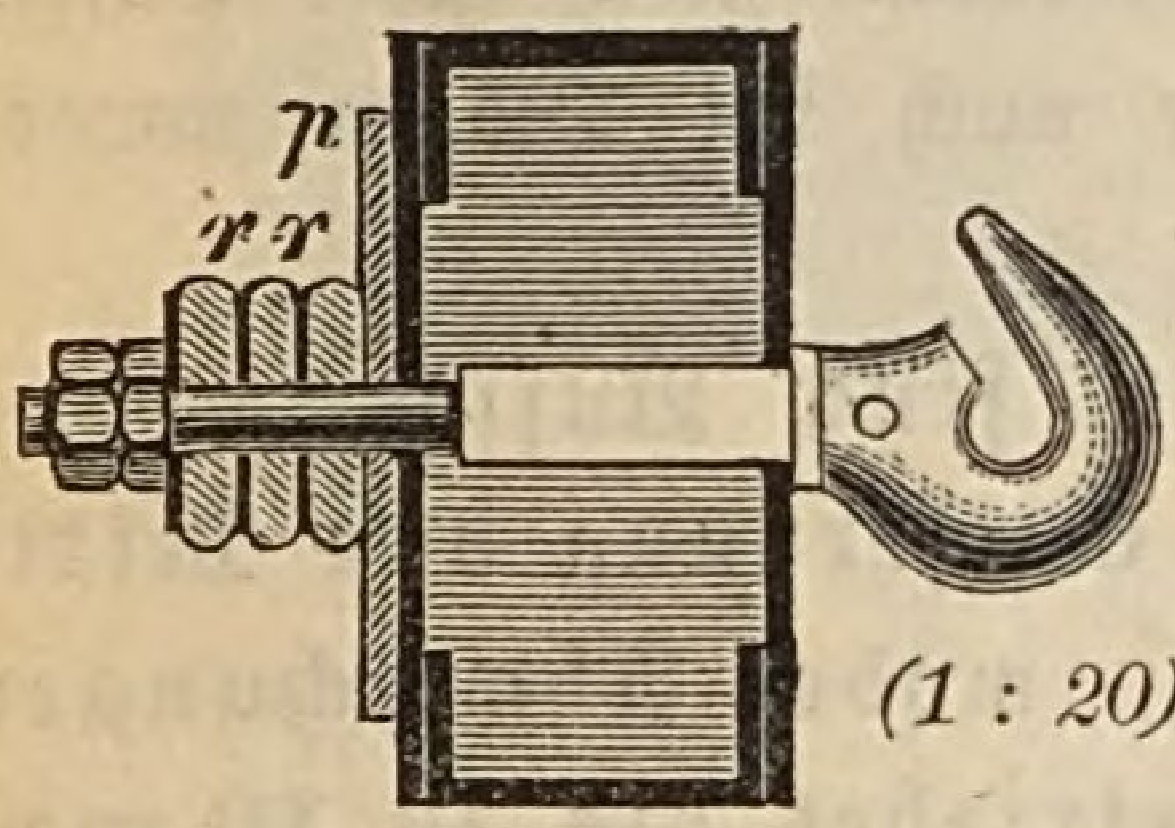



Fig. 353.

§ 76*). An der Vorderseite der Locomotiven und der Rückseite der Tender, sowie an beiden Stirnseiten der Untergestelle der Tenderlocomotiven ... sind federnde Zug- und Stoßvorrichtungen anzubringen.

Die regelrechte Höhe der Mitten der Zug- und Stoßvorrichtungen über Schienenoberkante wird auf 1,040 m mit einem Spielraum von 25 mm über und unter dieser Höhe bei leeren Fahrzeugen festgesetzt.

Die Höhe der Mitten der Zug- und Stoßvorrichtungen über Schienenoberkante bei der größten Belastung der Fahrzeuge muß mindestens 940 mm betragen.

§ 77. Die Zugvorrichtung muß so eingerichtet sein, daß die Länge, um welche sie gegen die Kopfschwelle hervorgezogen werden kann, mindestens 50 mm und nicht mehr als 150 mm beträgt.

§ 78. Die Angriffsfläche des nicht angezogenen Zughakens muß von den äußersten Stoßflächen der ungepreßten Buffer im regelrechten Zustande 370 mm ent-

*) Die noch mehrfach angezogenen Paragraphen sind, wenn Nichts dabei bemerkt ist, den neuesten technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen entnommen. Die mit gesperrter Schrift gedruckten Bestimmungen sind obligatorisch.

fernt sein, wobei Abweichungen bis zu 25 mm über und unter diesem Maße zulässig sind.

Um eine Beschädigung der Maschine (und auch der Wagen) beim harten Aufstoßen von anderen Eisenbahnfahrzeugen zu verhindern und um Zusammenstöße weniger zerstörend wirken zu lassen, bringt man vorn an der Bufferbohle noch zwei Buffer d d an (Fig. 332 und 333), welche auch bei Wagen vorgeschrieben sind.

§ 80. Als Stoßvorrichtungen sind Buffer anzuwenden, deren vorschriftsmäßige Entfernung von Mitte zu Mitte 1,750 m betragen muß, wobei Abweichungen von diesem Maße in Folge des Betriebes bis zu 10 mm darunter und darüber zulässig sind.

Bei völlig zusammengedrückten Buffern muß der Abstand der vorderen Bufferfläche von der Kopfschwelle mindestens 370 mm und von einem vor der Kopfschwelle angebrachten Laufbrette mindestens 300 mm betragen.

Der Durchmesser der Bufferscheiben muß mindestens 340 mm betragen.

Vom Fahrzeuge aus gesehen muß die Scheibe des linken Buffers eben, die des rechten gewölbt sein. Die Pfeilhöhe der Wölbung der letzteren soll 25 mm betragen.

Fig. 355 und 356 zeigen einen Buffer neuerer Einrichtung; in Fig. 357 ist die Schneckenfeder aus gehärtetem Stahlblech in größerem Maßstabe in der Ansicht gezeichnet. Die Bufferhülse a, welche den Stoßapparat aufnimmt, besteht hier aus Schmiedeeisen. Die Form der Bufferstange b nebst der Scheibe ist aus der Zeichnung ersichtlich; durch den Ansatz c, welchen die Stange hat, wird die Größe der Zusammendrückbarkeit begrenzt; ohne diesen Ansatz c würde die Schneckenfeder g leicht bei Stößen zerbrechen oder doch bald lahm werden.

Die Figur 354 stellt einen Buffer dar, welcher sich von dem vorigen hauptsächlich durch seine Anordnung mit doppelter Schneckenfeder unterscheidet; dieselbe bezweckt, den Buffer elastischer zu machen.

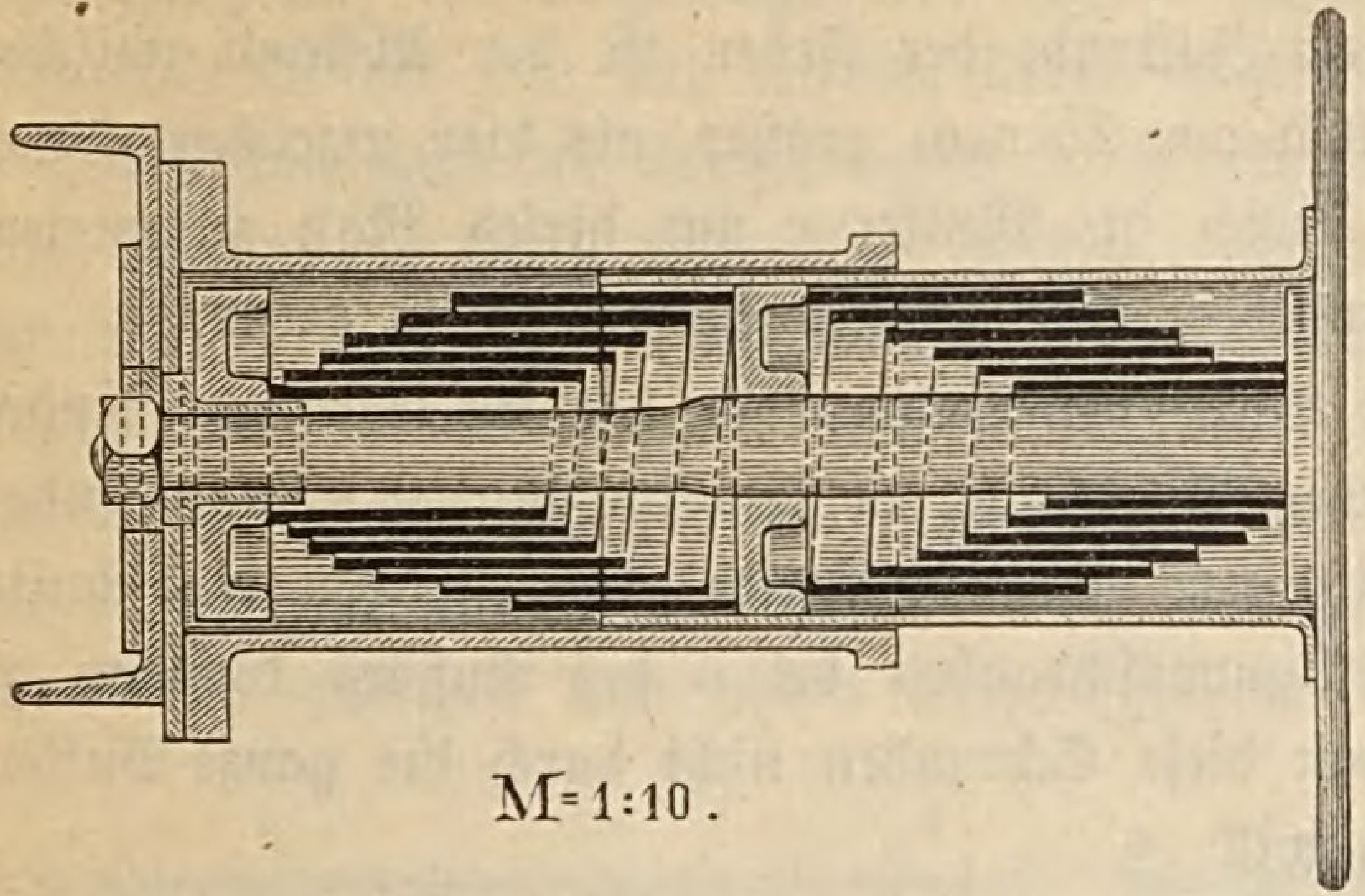



Fig. 354.

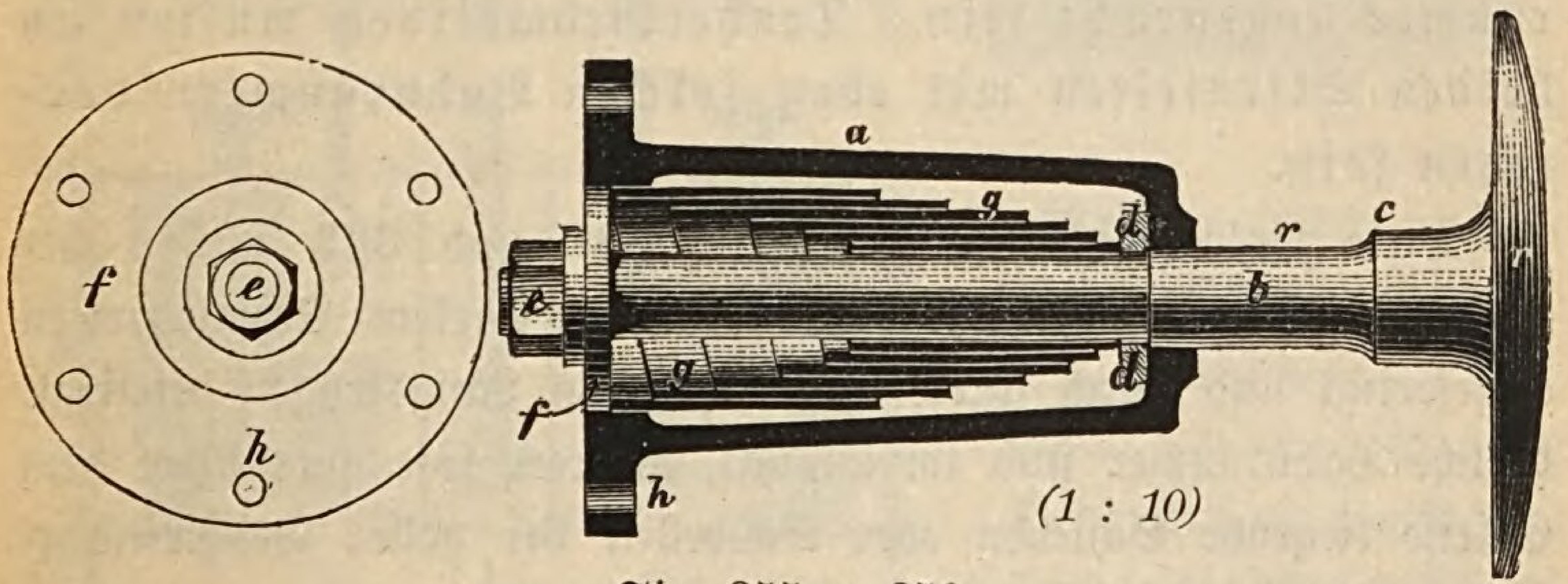



Fig. 355 u. 356.

An der Bufferbohle wird der Buffer durch die Platte f begrenzt, nach deren Entfernung die Feder eingeschoben werden kann; am anderen Ende legt sich die Feder gegen den auf die Stange geschobenen Ring d. Bei einem Stoße nähert sich der Ring d der Platte f und preßt dadurch die Schneckenfeder zusammen, welche nach dem Nach=

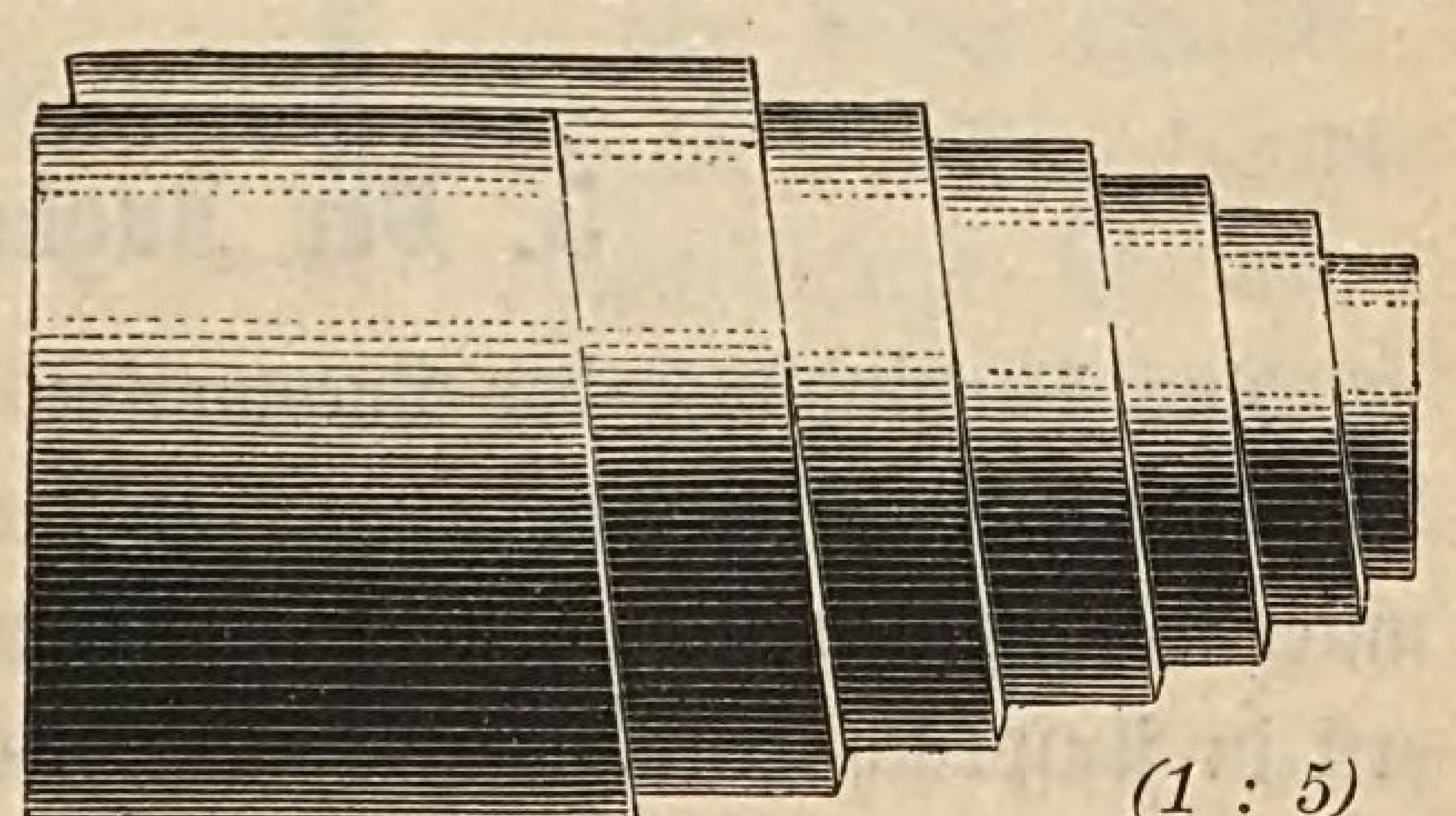



Fig. 357.

lassen des Druckes wieder die gezeichnete Form annimmt. In nicht angespanntem Zustande der Feder ist der Abstand zwischen f und d noch etwa um 25 mm größer, als hier gezeichnet; man zieht die Feder durch die Mutter e um dieses Maß zusammen, um ihr von vornherein eine gewisse Spannung zu geben.

Das vordere Blech der Bufferbohle hat an der betreffenden Stelle einen runden Ausschnitt, in dem die Mutter e Platz findet, ebenso giebt man dem hinteren Bleche einen solchen Ausschnitt, um zu den Befestigungsschrauben bei h des Buffers kommen zu können, wenn man diese Schrauben nicht durch die ganze Bufferbohle verlängern will.

§ 104. An jeder Locomotive müssen vor den Vorderrädern und genau über den Schienen kräftige Bahnräumer angebracht sein. Tenderlocomotiven müssen an beiden Stirnseiten mit eben solchen Bahnräumern versehen sein.

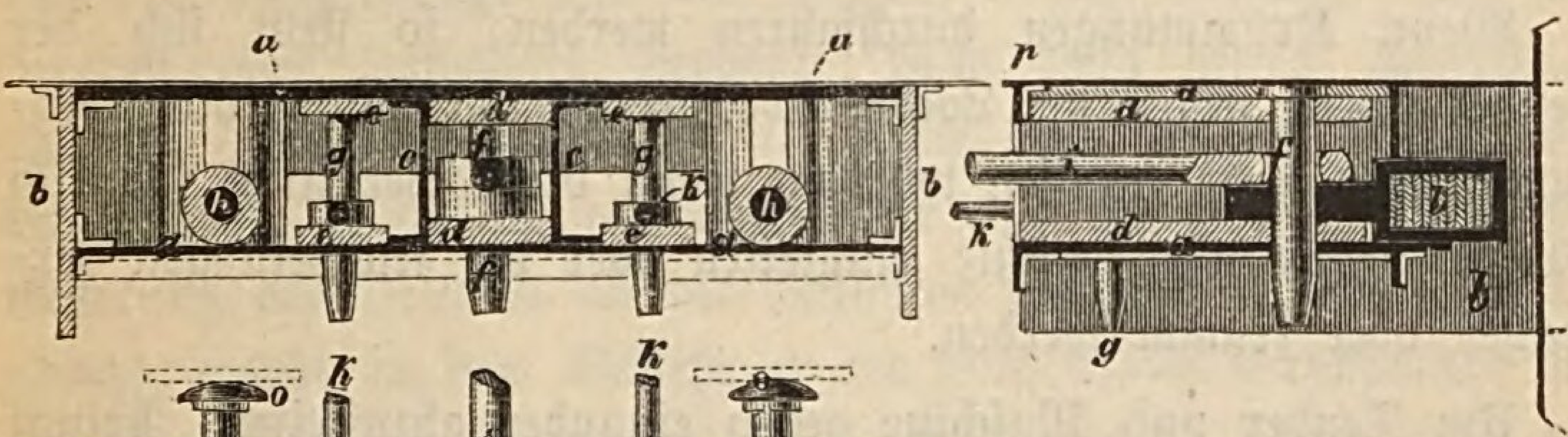
Diese Bahnräumer sind in Fig. 332 und 333 mit c bezeichnet. Sie werden aus 40—50 mm starkem Schmiedeeisen angefertigt und durch starke Schrauben am Längsträger befestigt. Solche Bahnräumer sind im Stande, mehrere lose quer über dem Geleise liegende Schienen oder Schwellen bei voller Geschwindigkeit der Maschine zu entfernen.

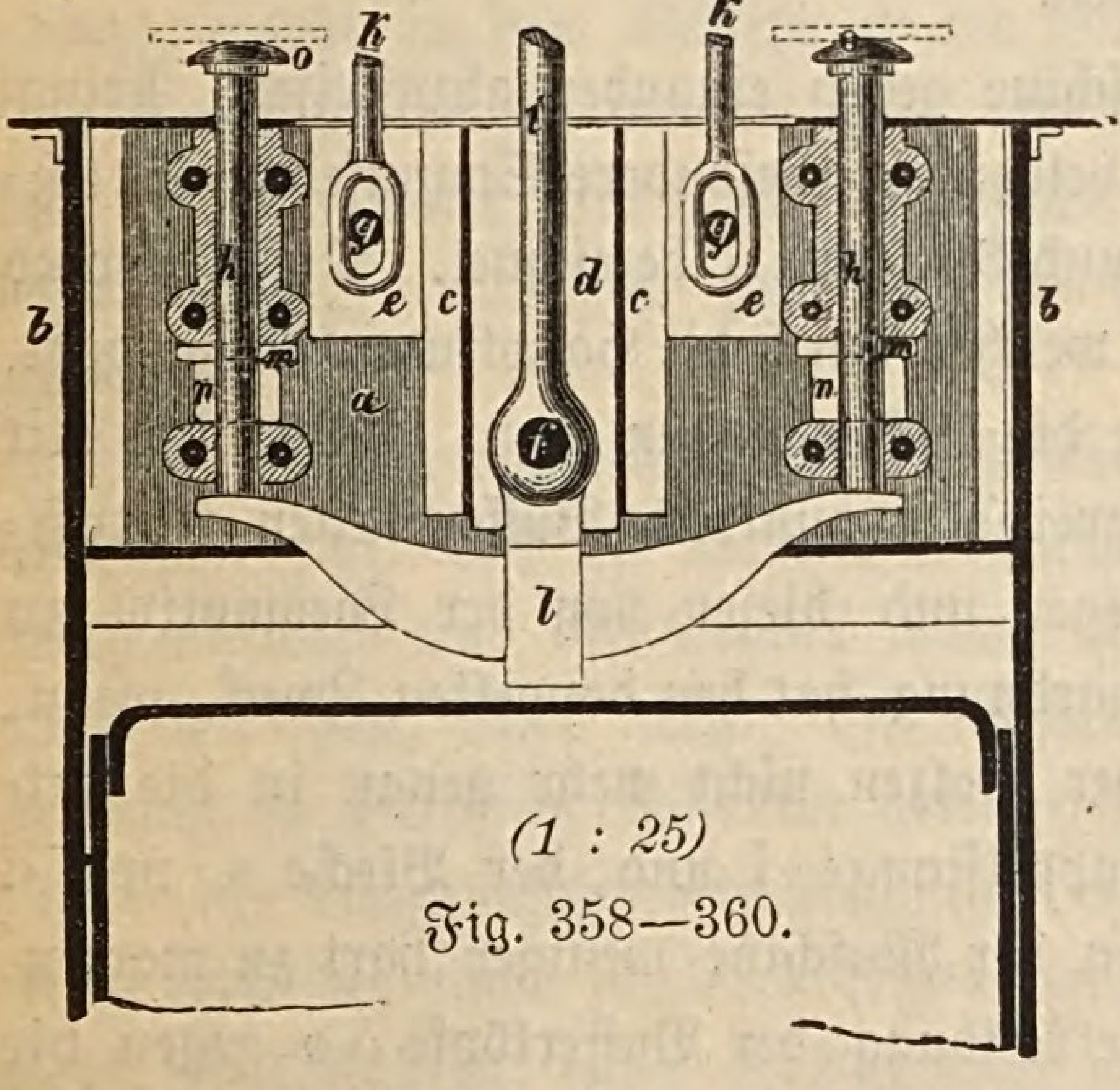
---

## 5. Der Zugkasten.

Zur Verbindung der Locomotive mit dem Tender sind nach den technischen Vereinbarungen außer einer starken Kuppelstange unter dem Führerstande noch zwei Kuppelungen erforderlich, welche erst in Anspruch genommen werden, wenn sich die Hauptverbindung lösen sollte. Die Fig. 358—360 veranschaulichen die Anordnung. Zwei Bleche aa von etwa 13—15 mm Stärke, welche den Zug

oder Stoß auf den Längsträger übertragen, gehen quer unter dem Führerstande her und sind an den beiden Seiten mit Winkeleisen eingefaßt und mit den Längsträgern durch Schrauben verbunden. Die Verbindung durch Schrauben ist besser als durch Niete, weil der Längsträger bei Ausbesserungen leichter loszunehmen ist. Statt der Winkeleisen kann man auch ⊔ Eisen zur Verbindung der Platten unter sich und mit dem Längsträger anwenden. In der Mitte sind die beiden Platten a a durch zwei ⊔ Eisen c c abgesteift; zwischen und neben diesen ⊔ Eisen sind die Platten





(1 : 25)
Fig. 358—360.

außerdem durch aufgenietete Schmiedestücke d und e verstärkt. Ohne diese würden sich die Kuppelbolzen f und g g bald in die dünnen Bleche a einarbeiten und die zu ihrer Aufnahme dienenden Löcher unrund machen. Die Hauptkuppelstange ist mit i bezeichnet. Man macht die Löcher der Nothkuppelungen k k, durch welche sie mittelst der Bolzen g g mit der Maschine verbunden sind, länglich, damit sie erst zur Wirkung kommen, wenn die Hauptkuppelung schon gebrochen ist.

§ 106. Zur Verbindung der Locomotive mit dem Tender ist eine Hauptkuppelung und eine Nothkuppelung anzuordnen, von

denen die letztere erst dann in Wirksamkeit tritt, wenn sich die Hauptkuppelung gelöst hat.

Es wird empfohlen, zwischen Locomotive und Tender, insbesondere wenn die Locomotive kurzen Radstand besitzt, eine Vorrichtung anzubringen, welche seitliche Schwankungen der beiden Fahrzeuge gegen einander möglichst verhindert. Die Anordnung solcher und sonstiger Zwischentheile zwischen Locomotive und Tender darf der richtigen Einstellung der Fahrzeuge in den Krümmungen nicht hinderlich sein.

Wenn Krümmungen durchfahren werden, so stellt sich der Tender schräg gegen die Locomotive, welche Verstellung die Nothkuppelungen nicht zulassen würden, wenn die Löcher nicht länglich wären: der Tender müßte entgleisen oder die Kuppelungen zerbrechen oder krumm werden.

Um Tender und Maschine gegen einander abzusteifen, bringt man fast immer zwischen beiden eine besondere Spannfeder (Stoßfeder) an, in Fig. 359 und 360 mit l bezeichnet. Dieselbe wird durch denselben Bolzen f, welcher durch die Hauptkuppelstange geht, gehalten; sie drückt gegen die Bufferstangen h h, welche sich mit den Wulsten o o gegen zwei hier punktirte Bufferplatten (Stoßplatten) des Tenders legen und diesen von der Locomotive zu entfernen suchen. Die Anordnung hat den doppelten Zweck, wenn, was sehr bald eintritt, der Bolzen nicht mehr genau in die entsprechenden Löcher der Kuppelstange i und der Bleche a und d paßt, Stöße beim Anziehen der Maschine weniger hart zu machen, ferner aber auch durch die Reibung der Bufferköpfe o o gegen die Stoßplatten ein zu starkes Schwanken von Maschine und Tender gegen einander zu verhindern.

Es muß hier noch bemerkt werden, daß man das Loch für den Bolzen f in der Kuppelstange nicht genau passend und cylindrisch bohren darf, sondern daß dasselbe oben und unten ausgeweitet werden muß; der Grund hierfür liegt in dem Umstande, daß beim

Fahren durch die Unebenheiten der Bahn und aus sonstigen, später zu betrachtenden Gründen der Tender sich gegen die Maschine sowohl in seitlicher Richtung als auch in der Höhe beständig verschiebt. Aus demselben Grunde müssen alle drei Kuppelungen auf ihrer ganzen Länge sich in bestimmten Grenzen frei nach beiden Seiten und nach oben und unten bewegen können.

Wenn das zweite Auge der Hauptkuppelstange i im Tenderzugkasten auch cylindrisch ist wie bei f, so nimmt die Feder nur einen kleinen Theil der Stöße auf, dieselben wirken fast allein auf die Kuppelstange und den Bolzen, welche dadurch leicht zerbrochen oder beschädigt werden. Man kann diesen Uebelstand dadurch beseitigen, daß man das zweite Loch länglich macht; der Stoß wirkt dann auf die Stoßbuffer und die Feder. Die Annäherung des Tenders an die Maschine ist durch den Keil m begrenzt, welche in dem Schlitze n der Bufferhülse verschiebbar ist. Die Nothkuppelungen werden auch zurückgedrückt, wenn nicht auf der anderen Seite die Löcher ebenfalls länglich sind; will man dieses nicht, so thut man gut, statt der festen Stangen Ketten anzuwenden.

Die Ansichten darüber sind verschieden, ob man die Feder so anordnen soll, daß sie beim Durchfahren von Krümmungen angespannt wird und den Tender wieder gerade hinter die Maschine zu stellen sucht, oder nicht. In unserer Zeichnung ist die Anordnung so getroffen, daß eine geringe Schrägstellung des Tenders gegen die Längenachse der Maschine erfolgen kann und daß die Feder erst bei einer stärkeren Schrägstellung zur Wirkung kommt. Beim Durchfahren einer Krümmung wird der eine Stoßbuffer etwas zurückgedrückt, die Feder dreht sich um den Bolzen und drückt den anderen Buffer etwas heraus; sie wird sich so lange schräg stellen, bis sie an der einen Seite vor die Bufferhülse stößt. Geht die Verstellung vom Tender gegen die Maschine noch weiter, so spannt sich die Feder stärker und sucht diese Verstellung zu verhindern, oder wieder aufzuheben. Ohne uns hier für die eine

oder andere Anordnung entscheiden zu wollen, mag doch angeführt werden, daß die Feder, wenn sie so stark gemacht ist, daß sie ihren übrigen Zwecken wirklich dienlich ist, einen leichten, unbeladenen Tender beim Durchfahren starker Krümmungen zum Entgleisen bringen kann, wenn man sie gleich bei der ersten Schrägstellung des Tenders wirken läßt.

Wir führten an, daß man das Loch in der Kuppelstange i oben und unten ausweitet, um die senkrechte Bewegung des Tenders gegen die Maschine zu ermöglichen; man hat zu diesem Zwecke oft noch besondere Gelenke angebracht, auf die wir hier nicht weiter eingehen wollen, weil obiges Mittel seinen Zweck leicht und auf die einfachste Weise erfüllt.

Die Stoßfeder dient zugleich zur Verminderung der Schwankungen von Locomotive und Tender gegen einander, weil die durch sie gegen die Stoßplatten gedrückten Bufferköpfe diesen Schwankungen durch ihre Reibung mit jenen entgegenwirken. Diese Reibung erschwert aber zugleich auch die senkrechten Verschiebungen beider Fahrzeuge gegen einander — man sagt, der Tender hängt sich an der Maschine auf — und verursacht dadurch leicht gefährliche Entlastungen einzelner Achsen. Wird dem letzteren Uebelstande abgeholfen, indem der Führer Oel zwischen die Bufferköpfe und Stoßplatten giebt, so treten auch die Seitenschwankungen in verstärktem Grade wieder auf.

Es sind in neuerer Zeit vielfach Einrichtungen zur Anwendung gekommen, welche zur Beseitigung obiger Schwankungen dienen sollen. Man hat den Tender mit der Maschine durch Querketten abgesteift oder die Bufferscheiben durch senkrechte, im Querschnitte keilförmige Köpfe ersetzt, die in entsprechende Vertiefungen der Stoßplatten greifen und nur die senkrechten Bewegungen von Maschine und Tender gestatten. Diese Anordnungen bewähren sich auf geraden Strecken, wirken aber in Krümmungen bedenklich, weil sie die hier zur richtigen Einstellung beider Fahrzeuge nothwendige gegenseitige Verschiebung erschweren.

Besser als die vorigen wirkt die allerdings ziemlich vielgliederige Kupplung von Tilp, bei welcher der letztgenannte Uebelstand durch eine sinnreiche Vorrichtung, mit deren Hülfe der Buffer in Krümmungen aus seiner Keilnuth etwas zurückgezogen wird, beseitigt ist.

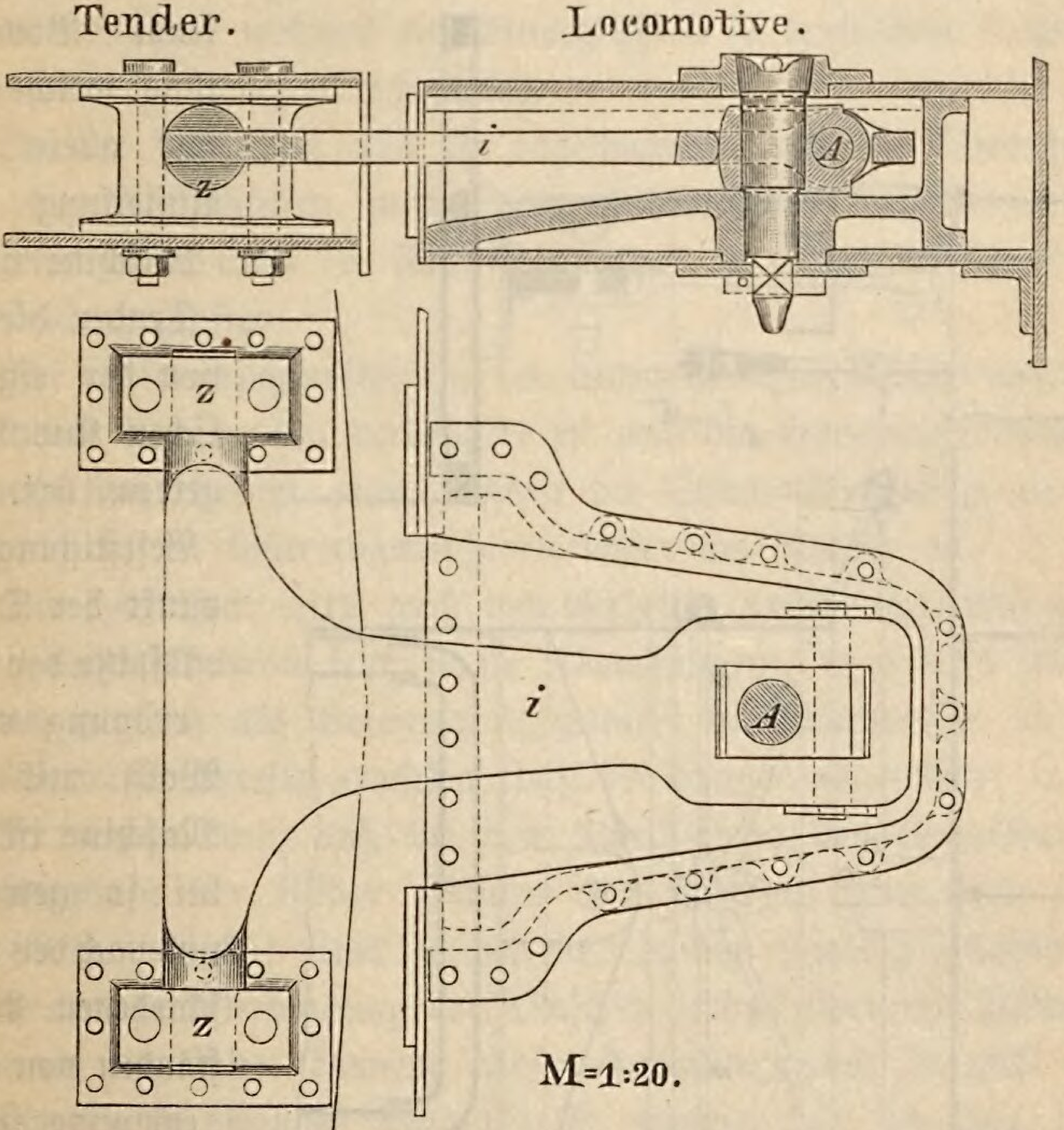



Fig. 361 u. 362.

Bei den sogenannten Dreieckskupplungen, Fig. 361 und 362, ist die Kuppelstange i der Fig. 358—360 durch ein Schmiedestück ersetzt, welches mit der einen Spitze den Angriffspunkt für den Kupplungsbolzen A der Maschine bildet, während die beiden anderen Spitzen z u. z, in waagerechten Richtungen unverschieblich, so an dem

Tender befestigt sind, daß die Verbindungen nur eine senkrechte Bewegung der erstgenannten Dreiecksspitze zulassen.

Wolff hat die Nachtheile der letzten Anordnung, daß nämlich die Zugkraft der Maschine in Krümmungen den Tender stark gegen den inneren Schienenstrang drängt, nahezu vollständig dadurch beseitigt, daß er seine, ähnlich wie bei der vorigen Kupplung wirkende Vorrichtung, welche aber nur allein zur Absteifung von Maschine und Tender dient, von der eigentlichen Kupplung getrennt hat. Der Befestigungspunkt der Dreiecksspitze der Anordnung von Wolff mit der Maschine ist dabei so gewählt und nach den verschiedenen Radständen von Locomotive und Tender berechnet, daß Klemmungen in Krümmungen nicht vorkommen.

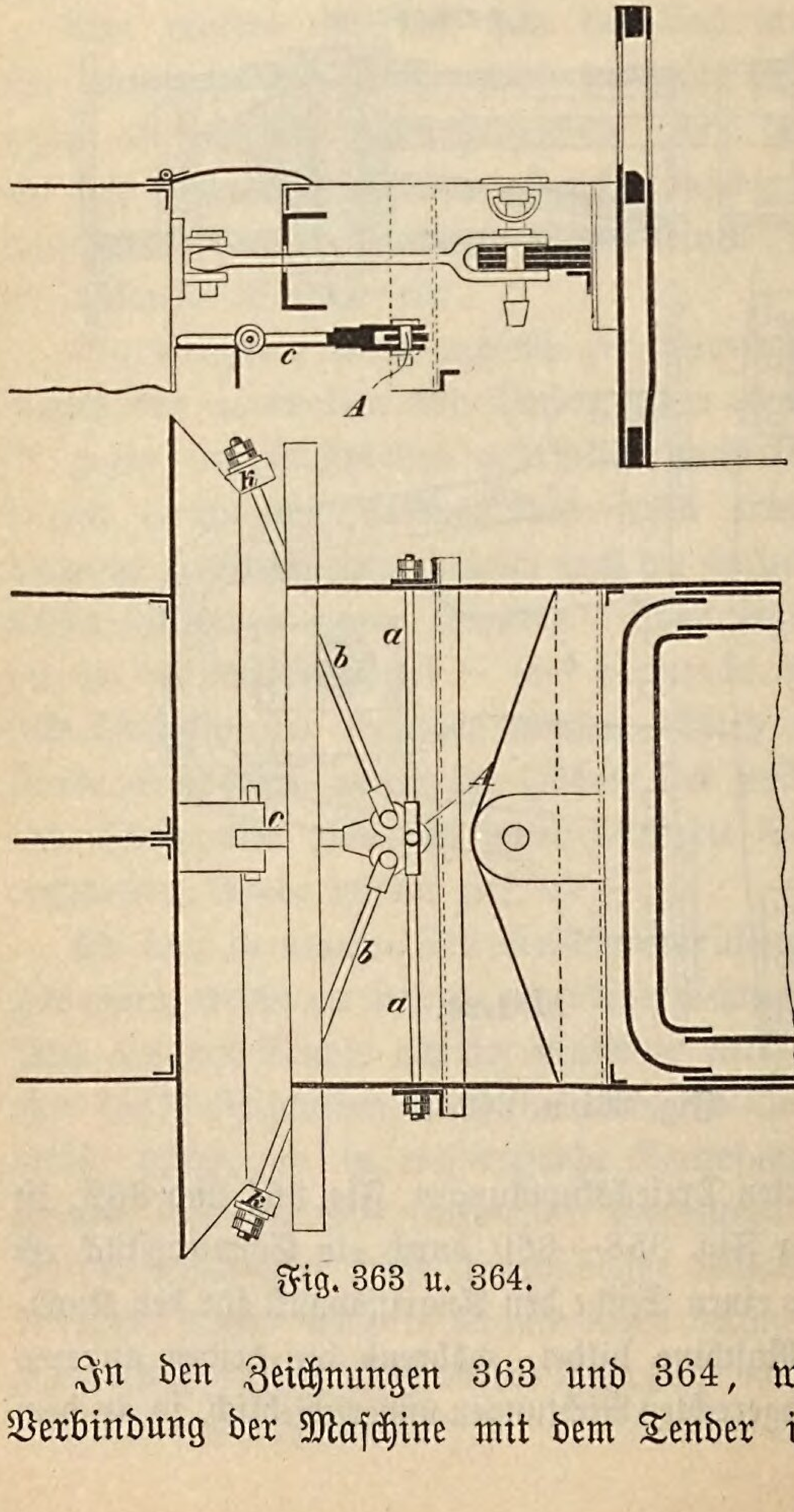


Fig. 363 u. 364.

In den Zeichnungen 363 und 364, welche die Wolff'sche Verbindung der Maschine mit dem Tender im Querschnitte und

Grundrisse darstellen, ist die Querverbindung unterhalb der eigentlichen Kupplung angebracht. Der Punkt A wird durch die Stangen a, b und c in unverrückbarer Lage zu der Maschine und zu dem Tender erhalten. Die Löcher an den zur Befestigung der Stangen b mit dem Tender dienenden Knaggen K sind etwas ausgeweitet und ist desgleichen die Stange c am Tender mit einem Gelenk versehen, wodurch eine Beweglichkeit in senkrechter Richtung für die Verbindung erreicht wird.

In der Zeichnung 358 ist angenommen, daß die Spannfeder und die Bufferhülsen unter dem Führerstande liegen, welches meistens jedoch nicht der Fall ist, sondern sie liegen in der Regel im Tenderzugkasten.

Bei Personenzugmaschinen, bei denen der Führerstand meistens nach dem Tender hin verlängert ist und die Hinterachse weniger Gewicht hat, bringt man passend die Spannvorrichtung an der Locomotive, bei Güterzugmaschinen besser am Tender an.

Der Zugkasten wird auch von Gußeisen angefertigt, und giebt man demselben dann sehr starke Abmessungen; er soll in solchen Fällen zugleich als Beschwerungsgewicht der Hinterachse dienen.

Es wurde bereits erwähnt, daß der Kupplungspunkt A so gewählt werden muß, daß bei dem Durchfahren von Krümmungen ein Klemmen der Räder zwischen den Schienen vermieden wird. Die Nothwendigkeit einer solchen Anordnung, sowie die Gefahren, welche aus der Verbindung von Maschine und Tender mit Dreieckskupplung erwachsen können, deren Kupplungspunkt A nicht den betreffenden Radständen angepaßt ist, werden aus der Fig. 365 ersichtlich.

Der richtige Kupplungspunkt A liegt, wie aus dieser Figur hervorgeht, in dem Kreuzungspunkte der Mittellinien von Maschine und Tender. Wird nun an Stelle des durch die ausgezogenen Linien dargestellten der punktirt gezeichnete Tender mit der Locomotive verkuppelt, so sollte sich der Kupplungspunkt von A nach A′ verschieben. Da diese Verschiebung

in Wirklichkeit nicht eintreten kann, so wird durch die steife Verkupplung die Vorderachse des Tenders gegen den inneren, und die Hinterachse desselben gegen den äußeren Schienenstrang gepreßt, während beide Achsen, bei richtiger Lage des Kupplungspunktes zwischen den Schienen nach beiden Seiten hin, gleiches Spiel haben.

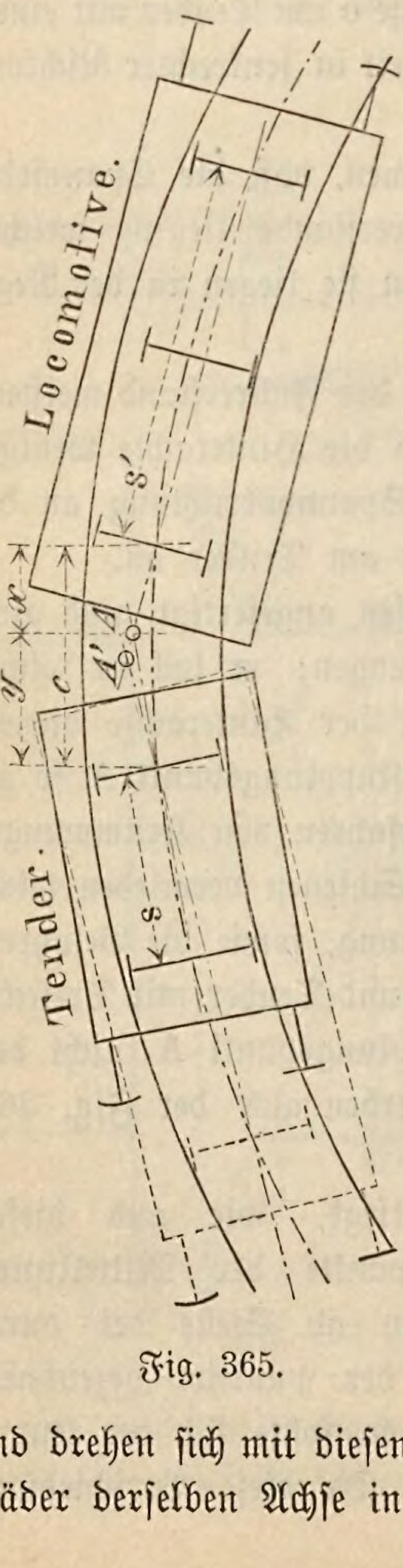



Fig. 365.

Anmerkung. Bezeichnen

- s' den Radstand der Locomotive,
- s den Radstand des Tenders,
- c den Abstand der vorderen Tender von der Hinterachse d. Locomotive,
- x die Entfernung des Kupplungspunktes von der Hinterachse der Locomotive,
- y die Entfernung des Kupplungspunktes von der Vorderachse des Tenders,

so ist, bei richtiger Lage des Kupplungspunktes

$$x = \frac{c\,(s' + c)}{s + s' + 2\,c} \text{ und}$$

$$y = \frac{c\cdot(s + c)}{s + s' + 2c} = c - x$$

Da diese Formeln den Krümmungshalbmesser der Bahn nicht enthalten, so wird ersichtlich, daß die Lage des Kupplungspunktes von der Bahnkrümmung unabhängig ist.

---

## 6. Achsen, Räder und Radreifen.

Die Räder aller Eisenbahnfahrzeuge, also auch die der Locomotiven, sitzen, abweichend von der Anordnung bei anderen Fuhrwerken, auf den Achsen fest und drehen sich mit diesen gemeinsam; es machen also die beiden Räder derselben Achse in gleichen Zeiten die gleiche Anzahl Um=

drehungen. Die Anforderungen, welche an die Achsen von Eisenbahnfuhrwerken, insbesondere aber der Locomotiven gestellt werden müssen, sind viel zu groß, als daß bei lose auf denselben sitzenden und auf ihnen sich drehenden Rädern eine genügende Festigkeit sich erreichen ließe.

Jedes Rad besteht aus dem Radgestelle und dem Radreifen; nur bei Scheibenrädern fertigt man Rad und Reif aus einem Stücke. Der Achsschaft mit den beiden Rädern und den Radreifen bilden zusammen eine Achse.

Den Radstand der Locomotive werden wir bei dem Abschnitt „Störende Bewegungen" behandeln.

§ 67. Der Raddruck soll bei sämmtlichen Fahrzeugen bei Ausnutzung der festgesetzten Tragfähigkeit im Stillstande der Fahrzeuge 7000 kg nicht übersteigen.

§ 68. Räder aus Schweißeisen, Flußeisen oder Stahl haben sich vorzugsweise bewährt; für die Naben und in besonderen Fällen auch für die ganzen Radscheiben ist die Anwendung von Gußeisen zulässig.

Schalengußräder sollen nur unter Güterwagen ohne Bremsen verwendet werden.

Radscheiben aus Holz oder Papiermasse sind nur unter Wagen ohne Bremse zulässig.

§ 70. Der lichte Abstand zwischen den Rädern einer Achse (innere lichte Entfernung zwischen den beiden Radreifen) muß im regelrechten Zustande 1,360 m betragen. Eine Abweichung bis 3 mm über oder unter diesem Maße ist zulässig.

Bis zur Höhe von 100 mm über Schienenoberkante darf, abgesehen von den Gegengewichten, kein Theil der Räder über die innere Seitenfläche des Radreifens hervorragen.

§ 71. Die Breite der Radreifen darf nicht weniger als 130 mm und nicht mehr als 150 mm betragen.

Solche Befestigungen der Radreifen auf Speichen- oder Scheibenrädern, welche das Abspringen eines mehrfach gebrochenen Radreifens verhindern, sind zweckmäßig. Die Befestigung mit Spreng- oder Klammerringen, mindestens aber die Anbringung eines Ansatzes am Radreifen, der sich an den Radfelgenkranz von außen fest anlegt, wird empfohlen.

Scharfkantige Eindrehungen sind bei den Radreifen künftig zu vermeiden.

Die geringste noch zulässige Stärke der Radreifen, in den Laufkreisen gemessen, wird für Locomotiven, Tender, Personen- Post- und Gepäckwagen auf 24 mm, für alle übrigen Fahrzeuge auf 20 mm festgesetzt.

Bei Rädern, deren Reifen durch eine Befestigungsnuth unter der Lauffläche geschwächt sind, müssen die bezeichneten Maße noch an der schwächsten Stelle innegehalten werden.

Die Laufflächen der Räder müssen kegelförmig gestaltet sein. Für die Neigung des Kegels wird das Verhältnis 1 : 20 empfohlen.

§ 72. Sämmtliche Räder müssen mit Spurkränzen versehen sein.

Die Höhe der Spurkränze darf, von der Schienenoberkante gemessen, bei mittlerer Stellung der Räder nicht weniger als 25 mm und auch im Zustande der größten Abnutzurg nicht mehr als 35 mm betragen.

§ 73. Der Spielraum für die Spurkränze (nach der Gesammtverschiebung der Achse gemessen) darf bei der vorgeschriebenen Spurweite von 1,435 m nicht unter 10 mm und auch bei der größten Abnutzung nicht über 25 mm betragen. Die Entfernung von Außenkante zu Außenkante der Spurkränze, gemessen 10 mm unterhalb der Lauffläche der beiden Radreifen bei 1,500 m Entfernung der Laufkreise, darf

nicht unter 1,410 m und nicht über 1,425 m betragen. Bei den Mittelrädern sechsrädriger Locomotiven und Wagen darf der Gesammtspielraum (bei übrigens gleichen lichten Abständen zwischen den Rädern) höchstens 40 mm betragen.

§ 74. Die Räder an einer Achse müssen in unverrückbarer Lage gegen einander festgestellt sein. Räder, die auf den Achsen beweglich sind, und durchschnittene Achsen werden vom durchgehenden Verkehre ausgeschlossen.

§ 75. Güterwagen und Tenderachsen von gutem Flußstahl, bei denen die Entfernung der Achsschenkelmitten 2 m beträgt, dürfen bei Einhaltung der nachfolgenden Abmessungen mit den beigesetzten Gewichten belastet werden:

| Durchmesser in der Nabe | Schenkeldurchmesser | Schenkellänge | Belastung |
|---|---|---|---|
| 100 mm | 62 mm | 150 mm | 4300 kg |
| 105 " | 66 " | 156 " | 5000 " |
| 110 " | 70 " | 162 " | 5800 " |
| 115 " | 74 " | 166 " | 6600 " |
| 120 " | 78 " | 170 " | 7500 " |
| 125 " | 82 " | 174 " | 8500 " |
| 130 " | 86 " | 178 " | 9600 " |
| 135 " | 90 " | 182 " | 10700 " |
| 140 " | 94 " | 185 " | 12000 " |
| 145 " | 98 " | 188 " | 13200 " |

Bei Anwendung von Schweißeisen sind diese Belastungen um 16 % zu verringern.

Für die Achsen der Personen-, Gepäck- und Postwagen sind der Sicherheit wegen die Belastungen um 20 % geringer anzunehmen, als in Absatz 1 und 2 angegeben ist.

Bei einer Verminderung des Durchmessers der Achsschenkel durch Abnutzung unter diese Maaße ist die Achse für die entsprechende Last außer Dienst zu setzen. Bei kürzeren Achsschenkeln ist eine entsprechend größere Abnutzung zulässig. Werden größere Schenkellängen angewendet, so sind auch die Durchmesser entsprechend zu vergrößern.

Bei einem Abstande der Achsschenkelmitten von weniger als 2 m ist ein entsprechend geringerer Durchmesser der Achse in der Nabe zulässig.

Wagen und Tenderachsen dürfen keine Ansätze an den Naben erhalten. Bei allen Achsen sind scharfe Absätze überhaupt zu vermeiden.

Die oben angegebenen Abmessungen genügen im Allgemeinen nicht für Locomotivachsen; bei diesen hat man es mit größeren Belastungen und stärkeren Abmessungen zu thun.

§ 92. Die möglichst gleichmäßige Belastung der gekuppelten Achsen ist anzustreben.

Die Vorderachse soll bei dreiachsigen Locomotiven mit mindestens $^1/_4$, bei mehrachsigen Locomotiven mit mindestens $^1/_5$ des Locomotivgewichts belastet sein. Ist ein zweiachsiges Drehgestell vorhanden, so soll dasselbe bei zweifach gekuppelten Locomotiven mindestens $^1/_3$, bei dreifach gekuppelten Locomotiven mindestens $^1/_4$ des Locomotivgewichts tragen, zur Ausgleichung der Radbelastung wird die Einschaltung von Hebeln empfohlen.

Die Fig. 366 und 367 zeigen eine vollständige aus Achsschaft und Rädern bestehende Treibachse einer Personenzugmaschine.

Der Durchmesser der Treibräder der Locomotiven, bei neuem Zustande der Radreifen im Laufkreis gemessen, soll so groß sein, daß nachstehende Kolbengeschwindigkeiten und Umdrehungszahlen bei Anwendung der höchst zulässigen Geschwindigkeit nicht überschritten werden:

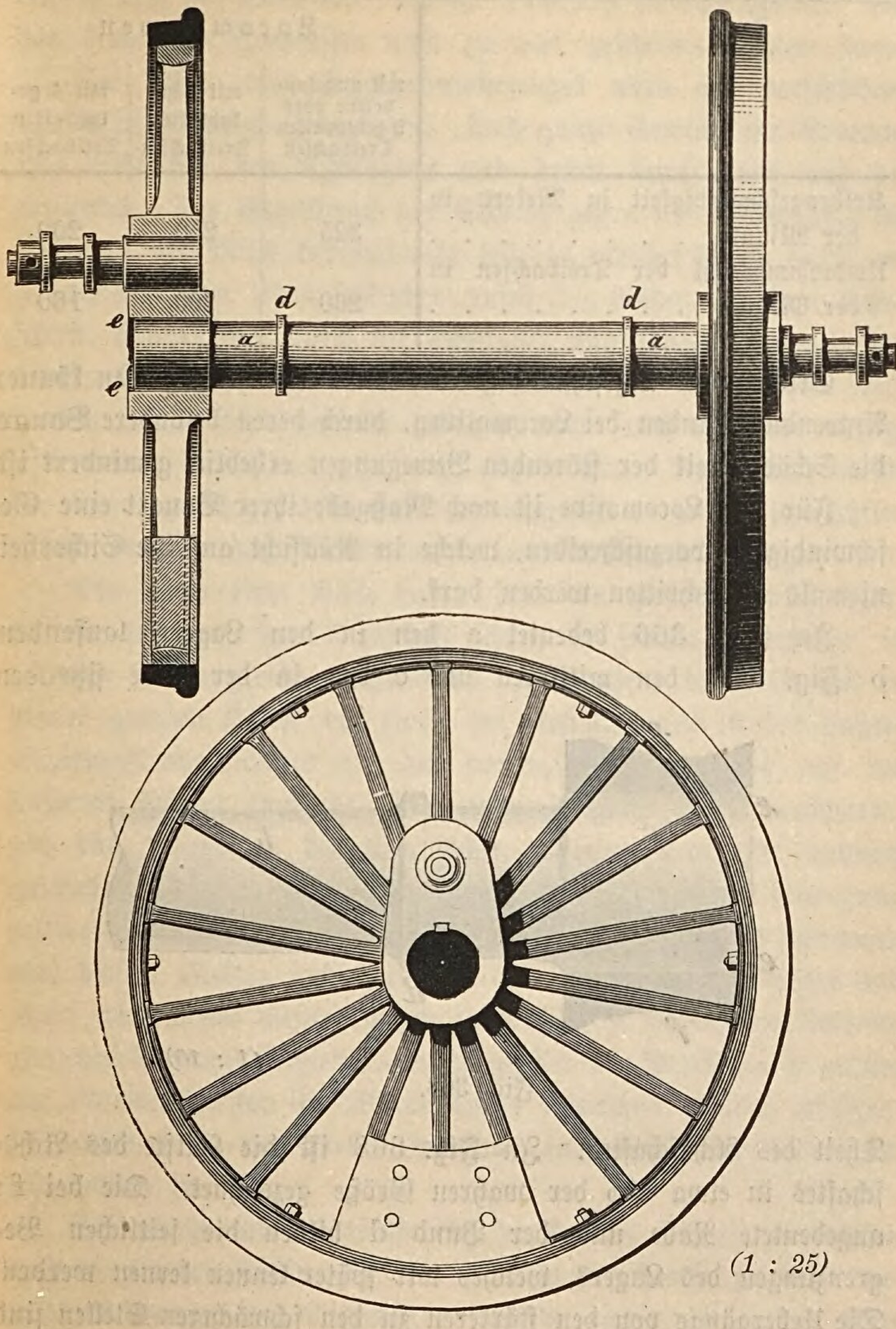



Fig. 366 u. 367.

| | Locomotiven | | |
|---|---|---|---|
| | mit ungekuppelten oder 2 gekuppelten Treibachsen | mit 3 gekuppelten Treibachsen | mit 4 gekuppelten Treibachsen |
| Kolbengeschwindigkeit in Metern in der Minute . . . . . . . . | 325 | 250 | 200 |
| Umdrehungszahl der Treibachsen in der Minute . . . . . . . . | 260 | 200 | 160 |

Größere Kolbengeschwindigkeiten und Umdrehungszahlen können Anwendung finden bei Locomotiven, durch deren besondere Bauart die Schädlichkeit der störenden Bewegungen erheblich gemindert ist.

Für jede Locomotive ist nach Maßgabe ihrer Bauart eine Geschwindigkeit vorzuschreiben, welche in Rücksicht auf die Sicherheit niemals überschritten werden darf.

In Fig. 366 bedeutet a den in den Lagern laufenden, b (Fig. 368) den mittleren und c den in der Nabe sitzenden

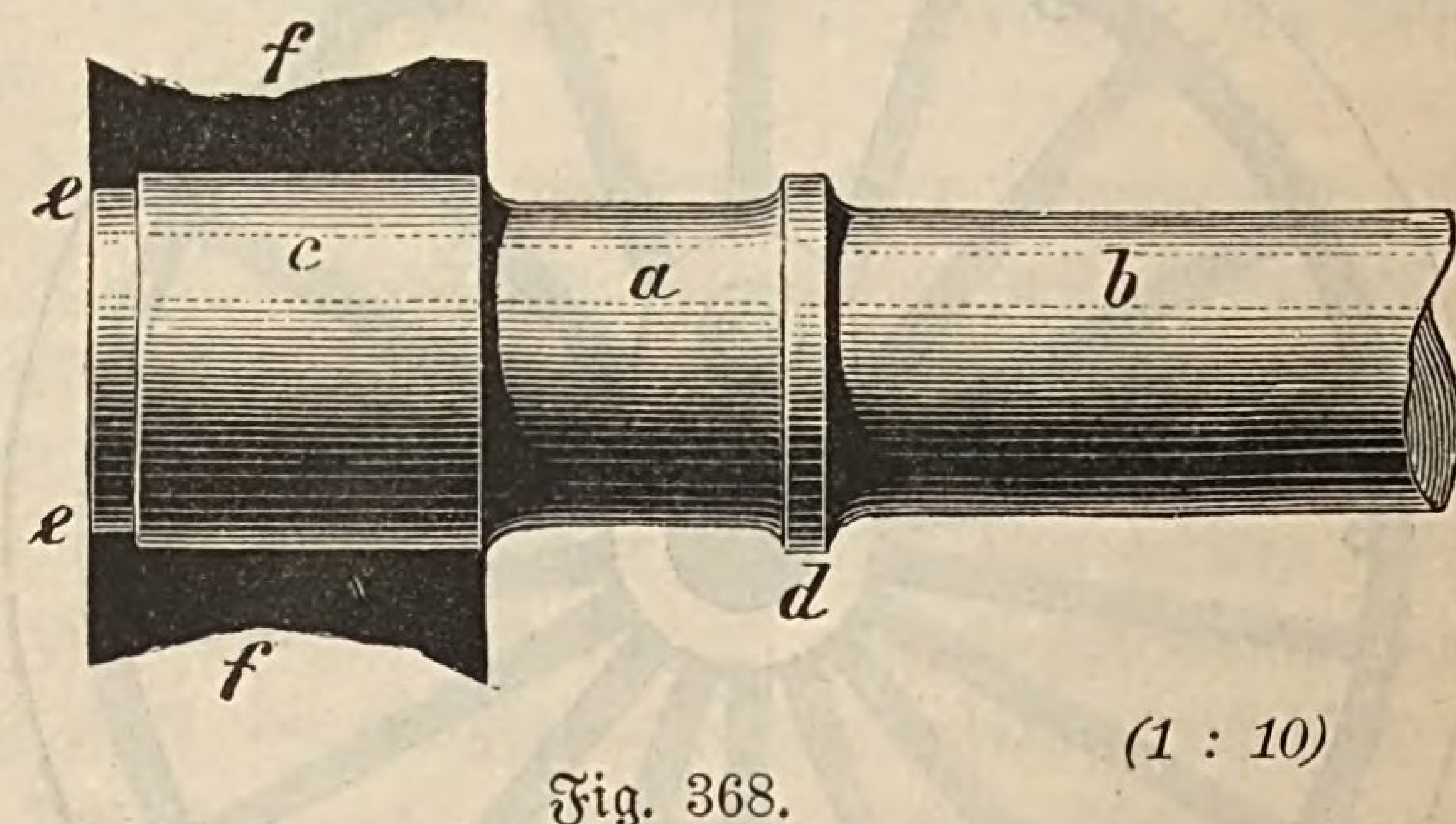



Fig. 368.

Theil des Achsschaftes. In Fig. 368 ist die Hälfte des Achsschaftes in etwa $^1/_{10}$ der wahren Größe gezeichnet. Die bei f f angedeutete Nabe und der Bund d bilden die seitlichen Begrenzungen des Lagers, welches wir später kennen lernen werden. Die Uebergänge von den stärkeren zu den schwächeren Stellen sind durch Kreisbogen vermittelt. Bei e e hat die Achse einen dünneren

Ansatz und die Nabe eine kleinere Bohrung zu dem Zwecke, daß das Rad beim Aufpressen nicht zu weit geschoben werden kann.

Die Achse eines Eisenbahnfahrzeuges wird auf verschiedene Weise in Anspruch genommen. Das ganze Gewicht der Locomotive ruht auf den Achslagern und drückt durch diese auf die Schenkel. Der Gegendruck der Schiene gegen die Räder hält die Achse in der Mitte der Radnabe fest, in gleicher Weise wirkt der Dampfdruck der Dampfcylinder durch die Räder auf den Achsschaft, welcher hier durch die Achslager und Längsträger gehalten wird; durch diese an verschiedenen Stellen des Achsschaftes wirkenden Kräfte wird derselbe gebogen, wenn auch nur sehr wenig, und würde, wenn er zu schwach, abgebrochen. Der Bruch müßte — überall gleich gutes Material vorausgesetzt — an der schwächsten Stelle zwischen den Mitten der beiden Achsschenkel erfolgen.

Die Räder einer Achse haben stets den gleichen Durchmesser; da sie fest auf dem Achsschaft sitzen, so sollten sie immer in gleichen Zeiten gleiche Wegelängen durchlaufen, dieses ist nur in einem geraden Gleise der Fall; bei Krümmungen ist der äußere Schienenstrang länger als der innere, und muß das auf der äußeren Schiene laufende Rad einen längeren Weg durchlaufen als das zugehörige derselben Achse. Dieses kann nur dadurch geschehen, daß das eine Rad neben seiner fortrollenden Bewegung zeitweise auch eine gleitende Bewegung auf der Schiene annimmt. Bei diesem Gleiten sucht das Rad den Achsschaft abzudrehen und zwar wird dieses Bestreben um so größer, je stärker die Reibung zwischen Rad und Schiene, also je größer der Druck und je größer der Raddurchmesser ist. Würde dieses Abdrehen wirklich erfolgen, so müßte es an der Stelle eintreten, an welcher der Schaft am schwächsten ist.

Gefährlicher als obige Kräfte, welche den Schaft zu brechen und abzudrehen suchen, sind die sog. Flantschenstöße beim unruhigen Gange der Locomotive. Sieht man aus einiger Entfernung einen Eisenbahnzug vorbeifahren, so scheint es, als ob

der Zug und die Maschine nur eine ruhige gleichmäßig fortschreitende Bewegung hätten, steht man dagegen auf der Maschine, so fühlt man sich sehr enttäuscht. Die Maschine läuft nicht nur vorwärts, sondern sie schwankt nach beiden Seiten und nach oben und unten; außerdem nimmt sie, insbesondere der vordere Theil, eine schlängelnde Bewegung zwischen den Schienen an, wodurch bald das eine bald das andere Rad gegen diese stößt. Kommen schlechte Stellen in der Lagerung der Schienen vor, so können diese Stöße, die am stärksten das Vorderrad treffen, so heftig werden, daß sie die Locomotive zum Entgleisen bringen. Die Stöße werden durch die Radnabe auf den Achsschaft übertragen, sie werden um so schädlicher, je größer der Raddurchmesser ist, da sie an einem größeren Hebelarm wirken. Das Krummwerden der Achsen hat in ihnen und in dem Schleudern der Maschine, welches wir noch kennen lernen werden, seinen Grund. Brüche der Schafte in den Naben sind wohl nur allein auf sie zurückzuführen. Fig. 369 soll dazu dienen, die Wirkung eines solchen Stoßes deutlich zu machen. Stößt das Rad A an der Stelle a heftig gegen die Schiene, so wird die Achse die allerdings übertrieben gezeichnete Form annehmen. Das Rad A wird sich schräg stellen, während das Rad B seine frühere Stellung beibehält. Der Schaft wird, so weit er in der Nabe festsitzt, also zwischen den mit e und b bezeichneten Punkten, der Stellung des Rades folgen, ohne sich auf diese Länge zu biegen; von b bis zu der Stelle, wo er in der Nabe des Rades B festsitzt, muß er die gezeichnete Formveränderung erleiden. Die Biegung wird gerade so vor sich gehen, als wenn der Schaft bei b festgehalten und bei dem Rade B durch ein Gewicht (ein Theil

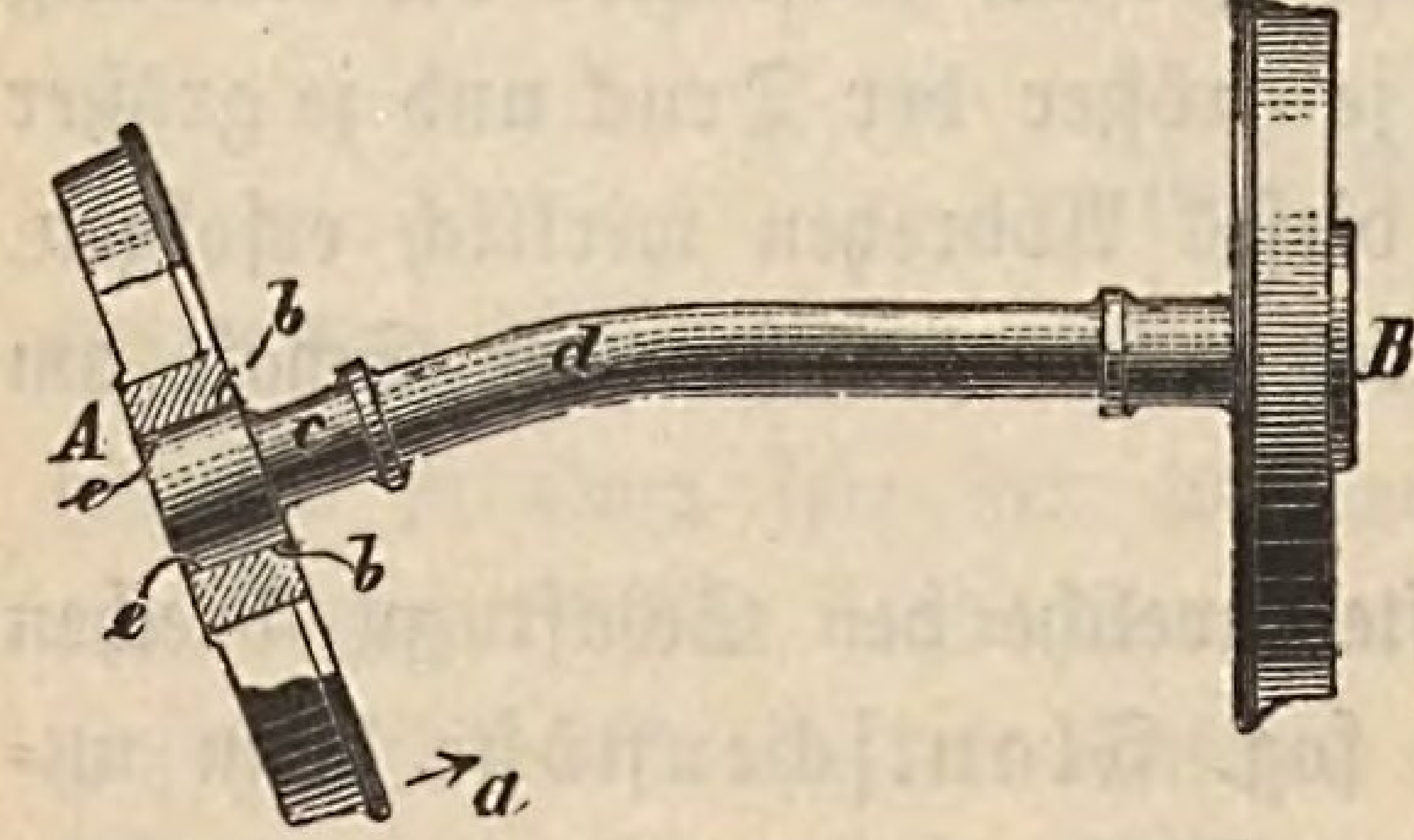



Fig. 369.

des Eigengewichtes der Maschine) heruntergedrückt würde. Die Neigung zu brechen wird an der Stelle b am größten sein und von dort nach und nach bis zum Rade B abnehmen.

Bedenkt man, daß bei rascher Fahrt die Flantschenstöße plötzlich eintreten, so ist erklärlich, daß ein Stoß oft nicht Zeit hat, auf die ganze Achse zu wirken und sie wie gezeichnet zu biegen, daß also bei b die Achse schon gebrochen sein kann, ehe der Schaft d überhaupt nur einen Theil des Stoßes aufgenommen hat.

Es ist aus der Fig. 369 ferner ersichtlich, daß der Achsschenkel c durch die Flantschenstöße mehr leidet als der eigentliche Achsschaft bei d, man hat also Grund, denselben, abgesehen von der Abnutzung in den Lagern, an dieser Stelle stärker zu .machen als bei d.

Die Inanspruchnahme der Achse durch die Flantschenstöße wird theilweise durch die zuerst betrachtete Inanspruchnahme, durch das Gewicht der Maschine, wieder aufgehoben und zwar am meisten bei dem Stücke des Achsschaftes zwischen den beiden Lagermitten, dagegen nach und nach abnehmend von der Schenkelmitte bis zur Mitte der Radnabe.

Die Stärke der Achse ist hiernach bedingt durch die Belastung derselben, durch den Durchmesser des Rades und durch die Geschwindigkeit, mit welcher die Maschine fahren soll; von letzterer hängt die Heftigkeit der Flantschenstöße ab. Um dem einfachen Drucke zu widerstehen, muß der Achsschaft zwischen beiden Lagermitten am stärksten sein; der Widerstand gegen Verdrehung bedingt überall gleiche Stärke des Achsschaftes; die am meisten gefährlichen Flantschenstöße verlangen, daß die Achse in der Nabe und zwar da, wo sie festgehalten wird, am stärksten sei, von dort kann sie bis zur Mitte nach und nach an Stärke abnehmen. Am heftigsten treten die Flantschenstöße an der Vorderachse auf; es empfiehlt sich deshalb, wenn die Locomotive eine Laufachse mit kleinerem Durchmesser als die Triebachsen hat, diese nach vorn und zwar so weit wie möglich nach vorn zu bringen.

Die Achsen der neueren Locomotiven sind meist diesen Bedingungen gemäß hergestellt; es fanden sich aber auch solche, welche fehlerhafter Weise in der Mitte stärker als in den Achslagern waren.

Eine von der vorigen abweichende Anordnung zeigt die Achse Fig. 370; dieselbe ist einer Locomotive mit innenliegenden Cy-

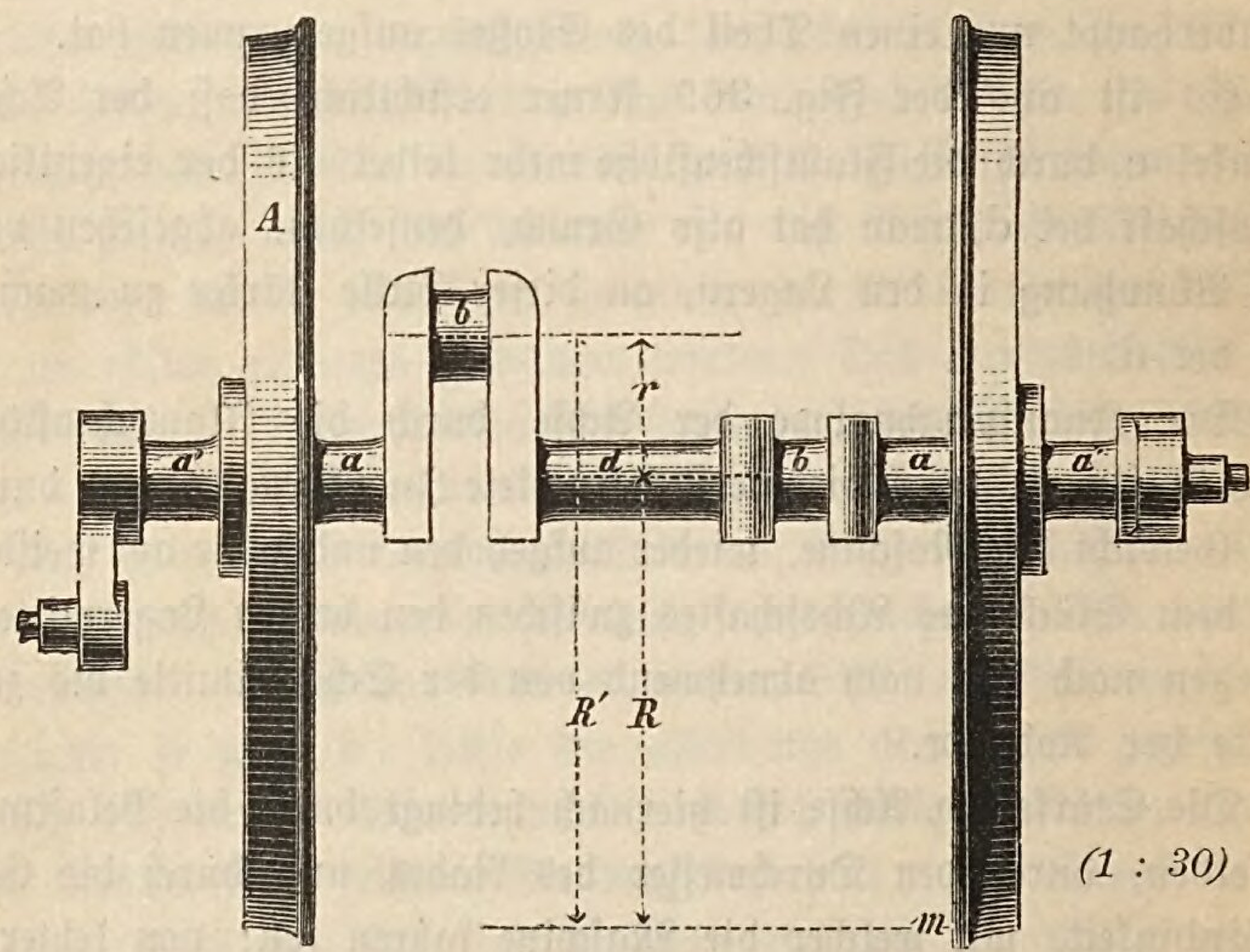
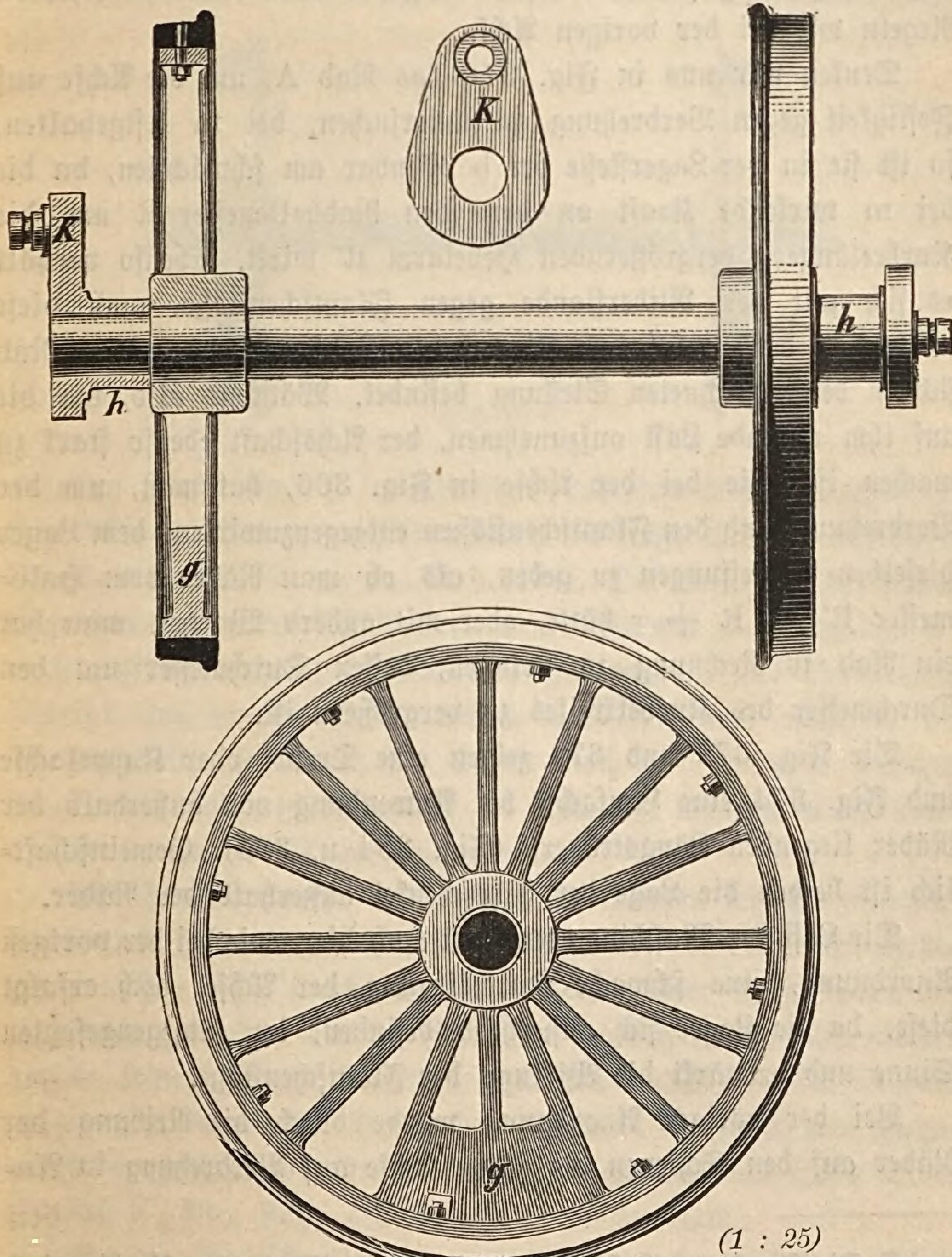



Fig. 370.

lindern entnommen, wie eine solche in Fig. 337 im Grundriß angedeutet wurde. Als Hauptunterschied fällt uns die doppelte Kröpfung bei den Zapfen für die Kurbelstangen auf, außerdem hat sie vier Lagerstellen a a und a' a' und der eigentliche Achsschaft d ist nur sehr kurz. Die äußeren mit a' bezeichneten Lagerstellen sind hier angewandt, um einige Sicherheit gegen Entgleisung zu haben, wenn ein Achsbruch eintreten sollte. Meistens werden sie fortgelassen und sollen sie deshalb bei unserer Untersuchung als nicht vorhanden angenommen werden, zumal wir den Einfluß

außerhalb der Räder liegender Lagerstellen noch kennen lernen werden.

Abgesehen von der schwierigeren und dadurch leichter zu Fehlern




(1 : 25)

Fig. 371—373.

Veranlassung gebenden Herstellung der Achse*) leistet diese der einfachen auf ihr ruhenden Last der Locomotive, sowie dem Dampfdrucke der Cylinder denselben Widerstand, es gelten daher in dieser Beziehung für die Bestimmung der Stärke auch dieselben Regeln wie bei der vorigen Achse.

Denken wir uns in Fig. 370 das Rad A, um die Achse auf Festigkeit gegen Verdrehung zu untersuchen, bei m festgehalten, so ist sie in der Lagerstelle bei b offenbar am schwächsten, da die bei m wirkende Kraft an dem den Radhalbmesser R um die Kurbellänge r vergrößernden Hebelarm R′ wirkt. Ebenso verhält es sich mit dem Widerstande gegen Flantschenstöße, auch diese wirken an dem Hebelarme R′ auf den Zapfen b, wenn das Rad sich in der gezeichneten Stellung befindet. Während also, um die auf ihm ruhende Last aufzunehmen, der Achsschaft ebenso stark zu machen ist, wie bei der Achse in Fig. 366, hat man, um der Verdrehung und den Flantschenstößen entgegenzuwirken, dem Lager dieselben Abmessungen zu geben, als ob man Räder vom Halbmesser $R' = R + r$ hätte, oder mit andern Worten, man hat ein Rad in Rechnung zu bringen, dessen Durchmesser um den Durchmesser des Kurbelkreises zu vergrößern ist.

Die Fig. 372 und 373 zeigen eine Treib- oder Kuppelachse und Fig. 374 eine Laufachse bei Anwendung von außerhalb der Räder liegenden Längsträgern (Fig. 334 u. 335). Gemeinschaftlich ist beiden die Lage der Achsschenkel außerhalb der Räder.

Die Last der Maschine verursacht auch hier, wie bei der vorigen Anordnung, eine schwache Durchbiegung der Achse, doch erfolgt diese, da die Lager sich außerhalb befinden, im entgegengesetzten Sinne und verstärkt die Wirkung der Flantschenstöße.

Bei der vorigen Anordnung wurde durch die Reibung der Räder auf den Schienen die ganze Achse auf Verdrehung in An-

---

*) Die Furcht vor Fehlstellen in der Achse ist offenbar für die vierfache Lagerung maßgebend gewesen.

spruch genommen; hier bleiben die außerhalb der Räder liegenden Theile des Achsschaftes von dieser Kraft unberührt.

Bei der in den Fig. 366 und 367 gezeichneten Treibachse wirkt der Druck des Dampfes durch Kolben- und Kurbelstange

(1 : 30)

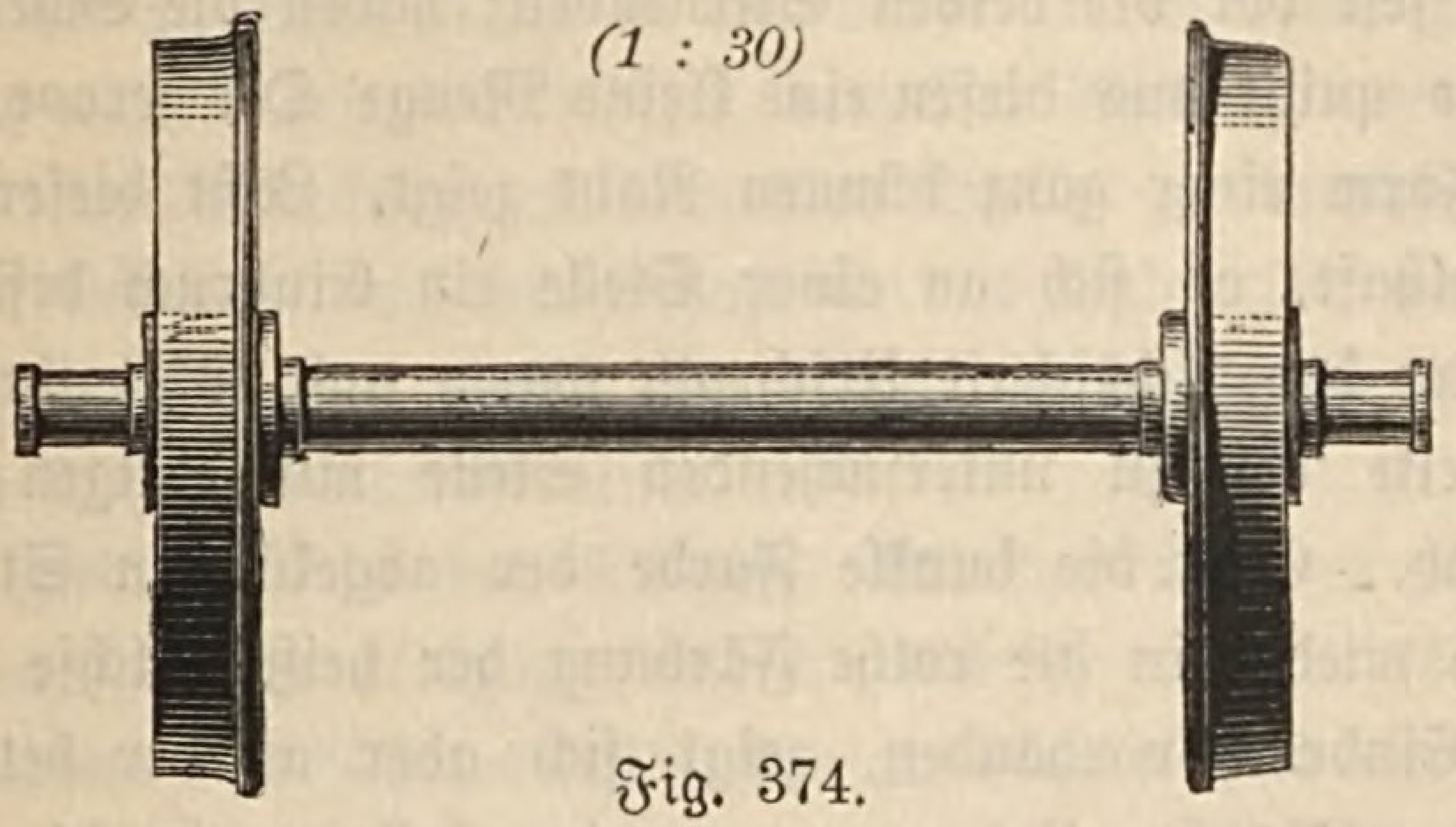


Fig. 374.

auf den Zapfen und so unmittelbar auf das Rad, wogegen in Fig. 372 der Dampf mittelbar durch die Achse und die auf dieser befestigte Kurbel K auf das Rad wirkt. Die außerhalb der Räder liegenden Enden des Achsschaftes werden sowohl auf Biegung, als auch auf Verdrehung in Anspruch genommen. Die Verdrehung schreibt eine überall gleiche Stärke derselben vor, während die Biegung eine Zunahme der Stärke nach der Radnabe bedingt. Wegen der sicheren Befestigung der Kurbel K macht man das Ende auf seiner ganzen Länge gleich stark.

Ein Hauptvorwurf, welcher den Treibachsen mit außenliegenden Lagern gemacht wird, ist der, daß sie besondere Kurbeln nöthig machen, Fig. 371, welche aus Schmiedeeisen oder Stahl warm auf die Achse getrieben werden. Sie sind ziemlich theuer und machen gerade keinen sicheren Eindruck. In den meisten Fällen ist man gezwungen, damit die Breite der Maschine die durch das Bahnprofil vorgeschriebene Grenze nicht überschreitet, den Hals h der Kurbel K, Fig. 372, als Lagerstelle zu benutzen.

Da die Flantschenstöße hauptsächlich auf den mittleren Theil des Achsschaftes wirken, so kann man die Schenkel solcher Lauf-

und Tenderachsen, bei welchen die Lager außerhalb der Räder liegen, Fig. 374, schwächer als den Achsschaft machen.

Um zu untersuchen, ob sich an einer Achse, deren Räder abgezogen sind, Einbrüche befinden, schlägt man mit einem schweren Hammer fest vor die beiden Stirnenden; haben die Schenkel Einbrüche, so quillt aus diesen eine kleine Menge Oel hervor, welches sich in Form einer ganz dünnen Naht zeigt. Läßt dieser Versuch es zweifelhaft, ob sich an einer Stelle ein Einbruch befindet, so macht man den Achsschaft kirschroth warm und kühlt ihn an der einen Seite der zu untersuchenden Stelle mit einigen Tropfen Wasser ab. Geht die dunkle Farbe der abgekühlten Stelle nach und nach wieder in die rothe Färbung der heißen Achse über, so ist kein Einbruch vorhanden, zeigt sich aber an der betreffenden Stelle ein plötzlicher Uebergang von der helleren in die dunklere Färbung, so ist ein Bruch zu vermuthen.

Sind die Räder nicht abgezogen, so macht diese Erwärmung, welche man bei Stahlachsen überhaupt gern vermeidet, Schwierigkeiten. In einem solchen Falle reinigt man den Schenkel von dem daran haftenden Oele und schlägt mit einem Niethammer lose auf die Achse, sich nach und nach der zu untersuchenden Stelle nähernd. Ein schwacher Streifen herausquellenden Oeles zeigt den Bruch mit Sicherheit an. Ist das Metall durch und durch gesund gewesen, so hat man, wenn sich die Achse nicht etwa einmal heiß gelaufen hatte, in den Schenkeln keinen Bruch zu befürchten, vorausgesetzt, daß sie 3—5 % stärker sind als der Achsschaft in der Mitte.

Bei Untersuchung des Stückes der Achse, welches in der Nabe saß, wird man Brüche nur an der Stelle zu suchen haben, wo sie, von der Mitte aus gerechnet, zuerst festgesessen hatte. Diese Stelle ist meist 10 bis 20 mm von der inneren Kante der Nabe entfernt, der Achsschaft ist dort blank und glatt, während er da, wo er nicht zum festen Anliegen gekommen war, mehr grau oder schwarz erscheint. Tritt die blanke Stelle plötzlich auf, so sind

Querbrüche mehr zu befürchten, als wenn sie nach und nach in die dunklere Färbung übergeht. Die Untersuchung wird in derselben Weise vorgenommen, wie vorher bei den Schenkeln, erforderlichenfalls giebt man etwas Oel auf die betreffende Stelle.

Hat man an einer Achse in der Nabe einen Bruch gefunden, so ist sehr anzurathen, die Achsen derselben Gattung oder wenigstens derselben Bestellung an denselben Stellen zu untersuchen.

Findet sich dort, wo der Schaft in das Rad tritt, eine kleine Fuge, aus welcher stellenweise etwas Rost stäubt, so ist gleichfalls ein Bruch nicht unwahrscheinlich.

Man giebt den in den Rädern steckenden Theilen der Achse vielfach eine geringe Neigung von $^1/_4$ bis $^1/_2$ mm auf die ganze Länge, um das Rad sicherer fest ziehen zu können; oft wendet man auch einen besonderen Bund an, gegen welchen das Rad sich legt, und welcher verhindert, daß es zu weit aufgeschoben wird. Ein solcher Bund ist zu verwerfen, weil er erfahrungsmäßig zu Brüchen Veranlassung giebt. Besser ist der Ansatz e e Fig. 368, um zu weites Aufpressen des Rades zu verhindern.

Die fehlerhafteste Anordnung ist die, die Achse in der Nabe cylindrisch zu machen und ihr bei den Lagerstellen eine kleine Neigung zu geben, mit welchem sie in das Rad tritt. Ein solcher kegelförmiger Ansatz wird sich immer an einer kleinen, rings um den Achsschaft scharf begrenzten Stelle gegen das Rad legen und zu Brüchen Anlaß geben.

Eine Beobachtung, welche vielfach gemacht ist, daß nämlich die Achsschafte in schmiedeeisernen Naben leichter brechen als in solchen von Gußeisen, findet nach den bisherigen Betrachtungen ihre befriedigende Erklärung. Die Räder werden durch Wasserkraftpressen auf die Achsschafte getrieben, und hat man die Größe dieser Pressung in der Hand. Der betreffende Arbeiter wird meistens dafür verantwortlich gemacht, daß die Pressung nicht bis zum Sprunge der Radnabe getrieben wird. Da nun Räder mit gußeisernen Naben lange nicht den Druck aushalten können wie

solche aus Schmiedeeisen, so wird der Arbeiter die Pressung bei gußeisernen Naben viel früher unterbrechen, und ist die Folge, daß in diesen die Schafte nicht so fest sitzen als in schmiedeeisernen, daß also die Stellen sich nicht so scharf absetzen, wo der Schaft zum Anliegen kommt, und deshalb die Flantschenstöße nicht auf eine so kleine Stelle wirken.

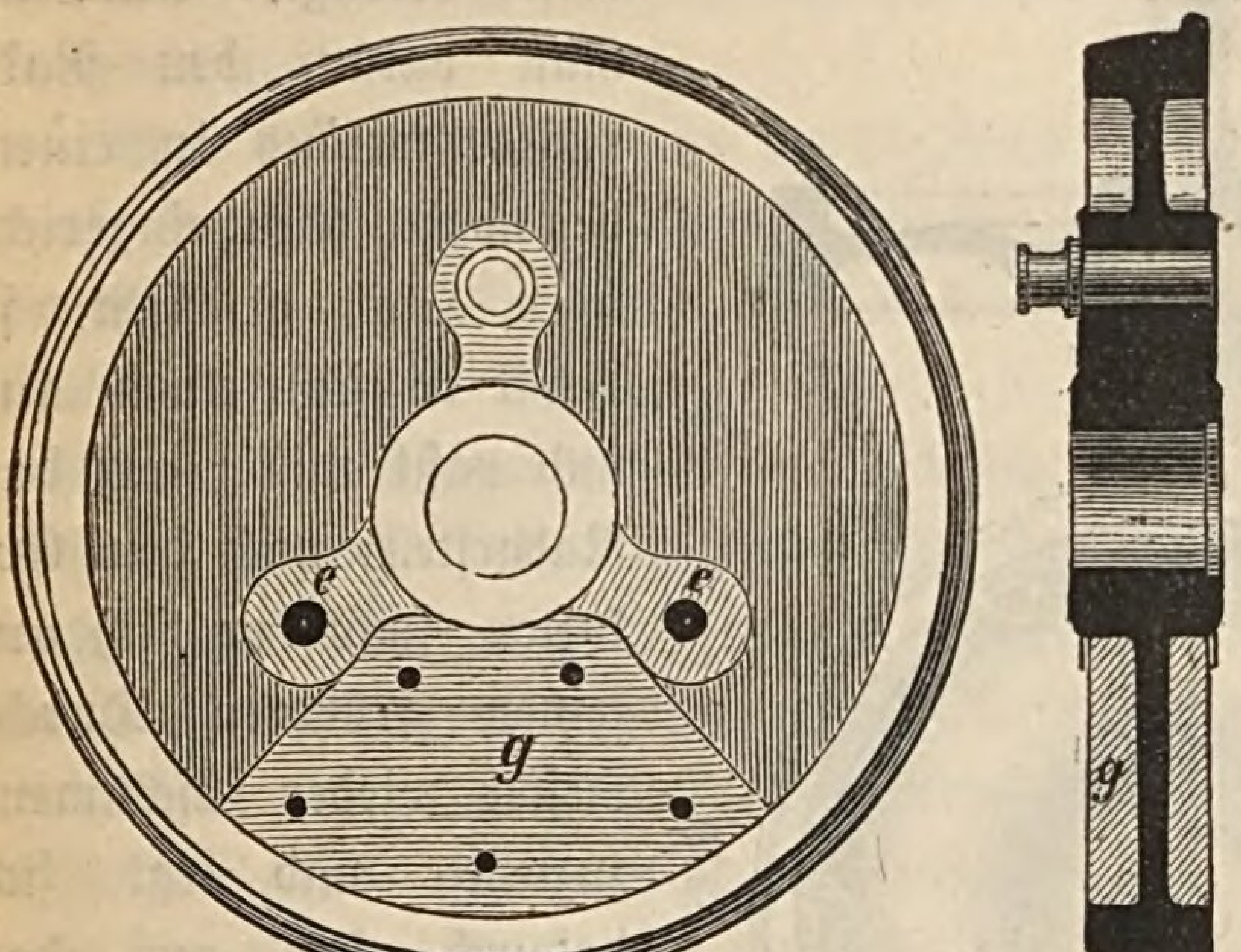
Kleine Langrisse der Laufstellen oder in der Nabe sind wenig bedenklich, dagegen erweitern sich auch ganz kleine Querrisse rasch, besonders bei Achsschaften von Gußstahl.

Die Bestimmung, daß bei den Achsschaften alle scharfen Absätze zu vermeiden sind, ist besonders sorgfältig bei Gußstahlachsen zu beachten. Wie gefährlich bei Gußstahl solche plötzliche Schwächungen sind, zeigt z. B. das Verhalten von Stahlschienen mit scharfen Einklinkungen, welche erfahrungsmäßig viel leichter brechen als schmiedeeiserne Schienen von denselben Abmessungen mit eben solchen Einklinkungen.

Die Räder bestehen aus dem eigentlichen Radgestelle — Nabe, Speichen und Unterreif — und dem Radreifen; bei Treibrädern kommt zu diesen Theilen noch der Kurbel- oder der Kuppelzapfen und ein zur Ausgleichung verschiedener Theile der Locomotive dienendes Gegengewicht, g, Fig. 372 und 373. Das Radgestell wird meist aus Schmiedeeisen hergestellt, selten wohl giebt man noch in neuerer Zeit Locomotiv-Rädern gußeiserne Naben, in welche die Radspeichen eingegossen sind.

Räder von kleinerem Durchmesser gießt man vielfach mitsammt dem Radreifen und dem Gegengewichte in einem Stück aus Gußstahl; die Kurbel- und Kuppelzapfen werden aber auch hier immer besonders eingesetzt. Die in Fig. 375 mit e bezeichneten Löcher dienen zum Feststellen auf der Drehbank. Solche Räder haben keine Speichen, sie werden voll gegossen, was sie einmal in unangenehmer Weise schwerer macht als andere, außerdem aber die Untersuchung und das Oelen der hinter ihnen liegenden Theile erschwert. Sind die Laufstellen von Gußstahl-Rädern durch öfteres

Abdrehen zu schwach geworden, so kann man den Spurkranz ganz fortdrehen und gewöhnliche Radreifen aufziehen. Die Fig. 377 bis 379 zeigen ein solches Rad.



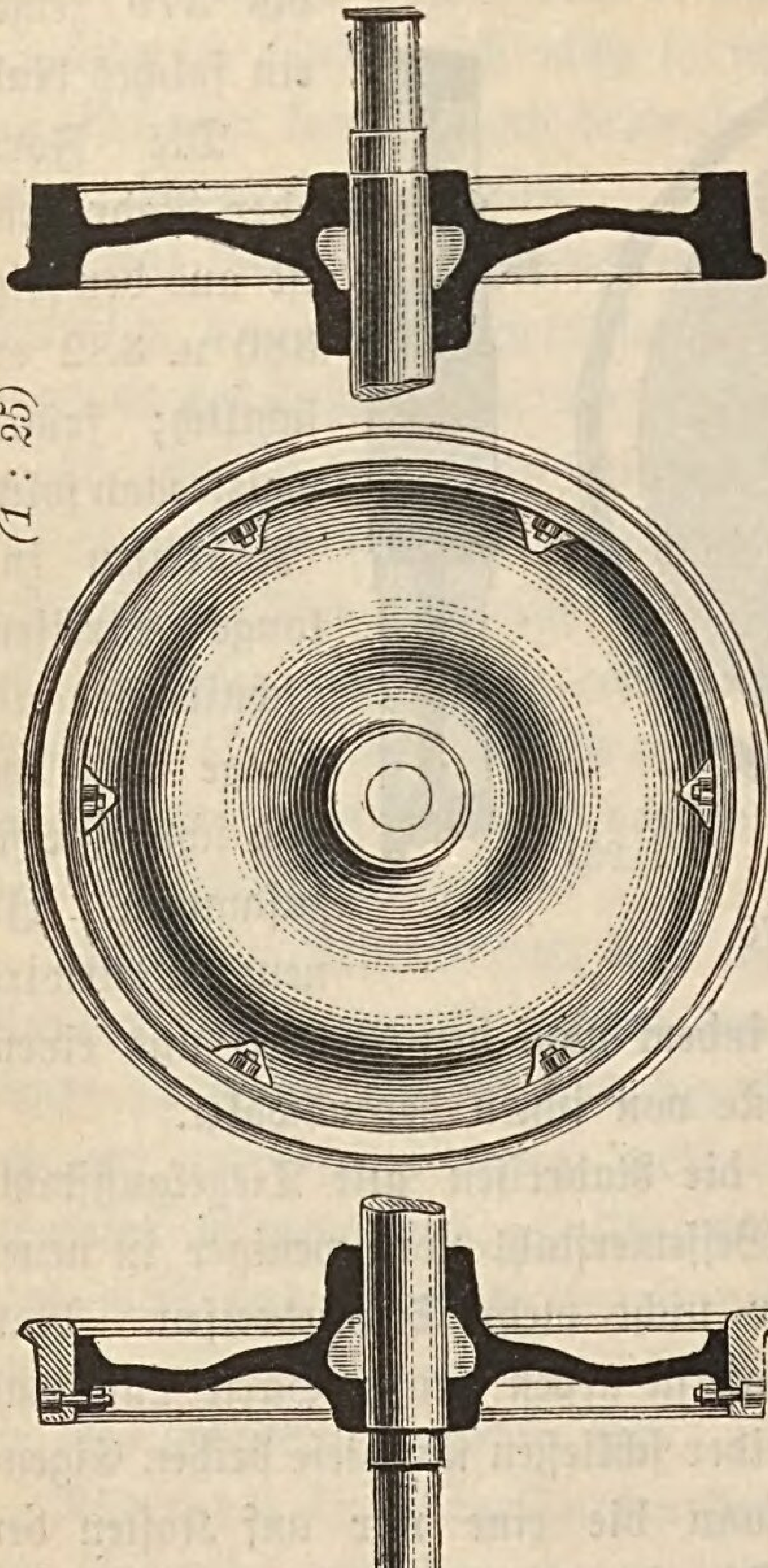
(1 : 25)

Fig. 375 u. 376.

Die Form der Radreifen ist aus den Fig. 380 u. 382 ersichtlich; früher walzte man solche Radreifen in lange Streifen, schnitt sie auf Länge ab, bog und schweißte sie zusammen. In neuerer Zeit wird diese Schweißung vermieden, indem man den Radreif aus einem in der Mitte durchlochten Blocke von innen herauswalzt.

Als bestes Material für die Radreifen gilt Tiegelgußstahl, neben diesem kommt besonders Bessemerstahl vor, weniger in neuerer Zeit Puddelstahl und gar nicht mehr Schmiedeeisen. Man verlangt von den Radreifen, daß sie neben großer Härte auch eine bedeutende Zähigkeit besitzen; leider schließen sich diese beiden Eigenschaften gegenseitig aus und kann die eine nur auf Kosten der andern vergrößert werden. Die Härte ist nöthig, um die zu rasche Abnutzung, die Zähigkeit, um Brüche zu verhüten. Man hat versucht, die Radreifen in besonderen Feuern an den Laufstellen zu härten, dieses Verfahren aber der zu häufigen Reifenbrüche wegen, die es im Gefolge hat, wieder aufgegeben. Soll ein Rad mit einem Reifen versehen werden, so ist dieser, wenn er nicht schon den gewünschten Durchmesser hat, um ein bestimmtes Maß (bei Rädern von 1500 mm Durchmesser etwa $1^1/_2$ bis 2

mm), welches sich nach dem Durchmesser der Räder und dem Metalle richtet, kleiner auszudrehen, als der Durchmesser des Unterreifes beträgt. Erwärmt man darauf den Radreifen, welches in einem besonders dazu eingerichteten Ofen geschieht, so dehnt er sich etwas aus und paßt willig auf das Radgestell; nach dem Erkalten sucht er sich auf seinen früheren Durchmesser wieder zusammenzuziehen und legt sich dadurch fest auf den Unterreif.



(1 : 25)

Fig. 377—379.

Hat der Radreif im kalten Zustande einen zu kleinen Durchmesser, so wird seine Spannung nach dem Erkalten zu groß, er springt in einem solchen Falle leicht, oft schon beim Erkalten, oder er drückt die Radspeichen krumm. Ein zu weit ausgedrehter Radreif sitzt nach dem Erkalten lose auf dem Rade.

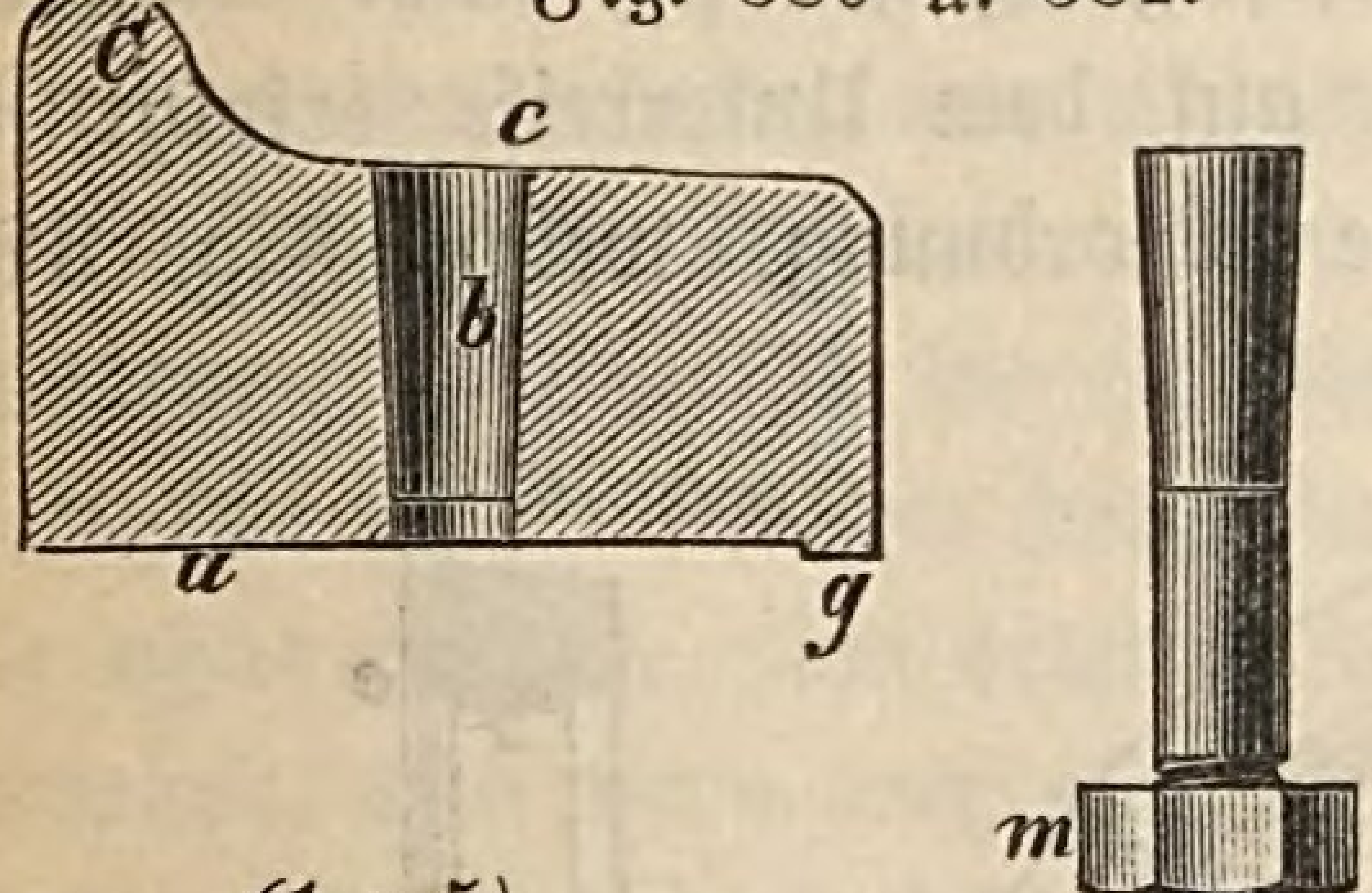
Man hat, während die Radreifen noch heiß sind und lose auf den Radgestellen sitzen, sorgfältig darauf zu achten, daß sie an die richtige Stelle kommen; nach dem Erkalten ist ein Verschieben derselben unmöglich. Der Ansatz g des Reifens, Fig. 380, dient dazu, ihn leichter an die richtige Stelle zu bringen, indem derselbe sich gegen den Unterreif legt. Stark abgenutzte Radreifen

werden oft lose auf dem Radgestelle; der Ansatz g hat in einem solchen Falle auch noch die gute Folge, daß er Verschiebungen des Reifens, welche durch heftige Flantschenstöße eintreten können, verhindert.

Eine weitere Befestigung des Radreifens mit dem Rade, welche auch das Abspringen des Reifens verhindern soll, wenn dieser bricht, bewirken Schrauben, Fig. 381. Radreif und Unterreif sind an mehreren Stellen gemeinsam durchbohrt, und die Durchbohrung des Reifens ist in gezeichneter Weise, Fig. 380, kegelförmig gemacht. Der Schraubenbolzen, welcher gleichfalls eine entsprechende Neigung hat, wird durch einige Hammerschläge fest in den Reif und Unterreif getrieben und durch die Mutter m angezogen.

Eine andere Art, Rad und Reif zu verbinden, zeigen Fig. 382 und 383. Das Loch im Radreifen ist nicht durchgebohrt und an Stelle des Kegels Gewinde bei b angebracht. Die Stiftschraube d verbindet nachher Rad und Reif.

Fig. 380 u. 381.




(1 : 5)

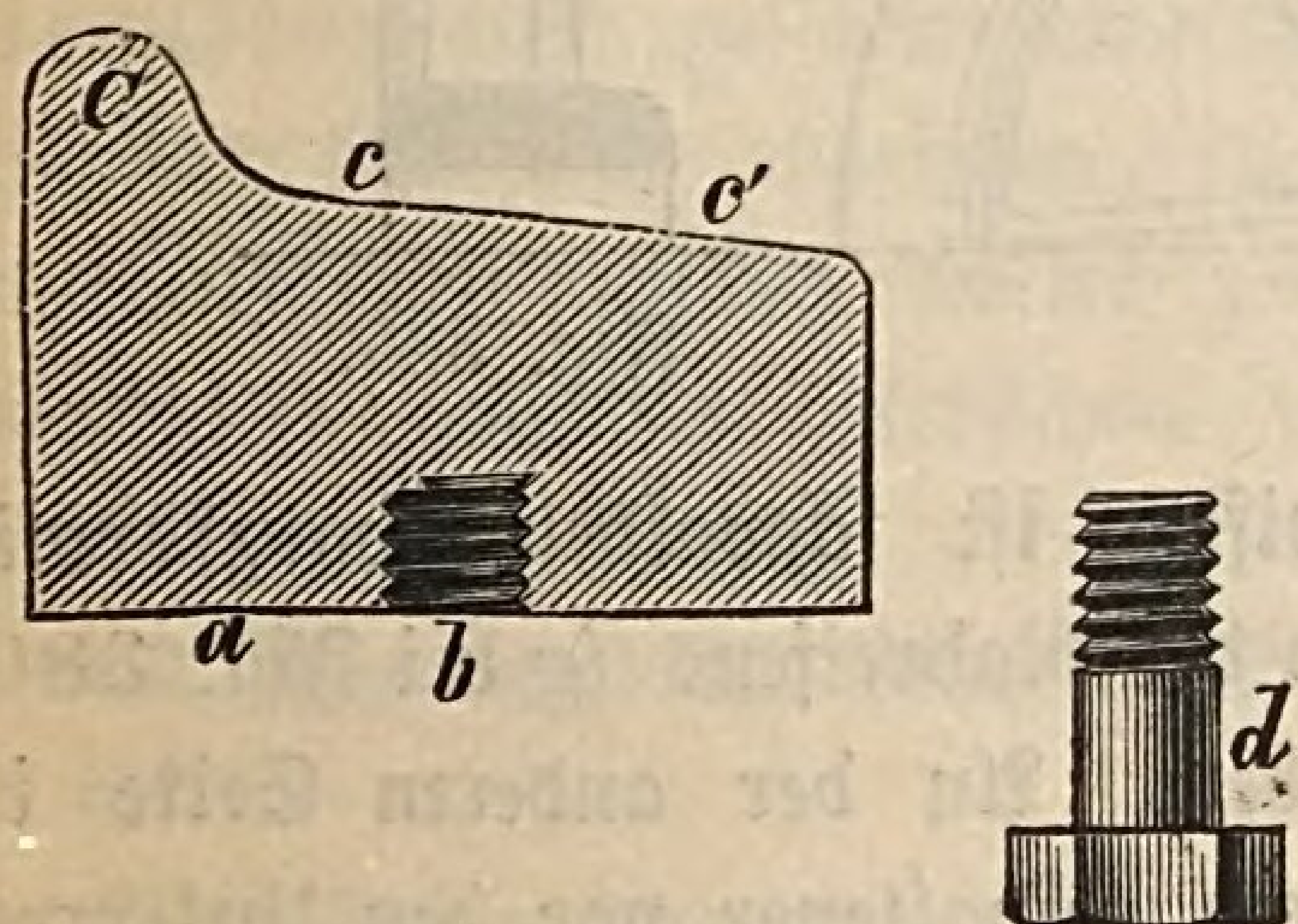



Fig. 382 u. 383.

Die Bahnen sind sich darüber einig, daß diese Arten der Befestigung zu wünschen übrig lassen; bei der ersten wird der Reif mehr geschwächt als bei der zweiten, dagegen ist die Verbindung fester. Das Gewinde bei b läßt sich schwer scharf und gut in Radreifen einschneiden. Beide Verbindungen verhindern nicht das Abspringen des Reifens in einem oder mehreren Stücken, wenn er springt, und in den meisten Fällen erfolgt der Bruch in einem Schraubenloche, so daß man diese als gefährliche Schwächung

des Reifens ansehen muß. Der in Fig 380 gezeichnete Ansatz g wird daher bei der zweiten Befestigungsart empfehlenswerther sein als bei der ersten mit durchgehenden Schrauben. Genügende Anhaltspunkte können erst nach mehrjährigen Beobachtungen, wo die Reifen am meisten springen, gewonnen werden. Der schon oft erwähnte Spurkranz ist in den Fig. 380 und 382 mit C bezeichnet, die Laufstelle auch mit c bezw. c′, der ausgedrehte Theil des Radreifens mit a.

In jüngerer Zeit sind eine Anzahl neuer Befestigungsarten für die Radreifen zur Anwendung gekommen, welche obige Schrauben ganz entbehrlich machen sollen. Kaselowsky drehte in den Ober- und Unterreif schwalbenschwanzförmige Nuthen, die nach dem Aufziehen auf einander paßten und, so lange der Reif noch warm war, mit Zink ausgegossen wurden. Der dadurch gebildete Zinkring sollte den Radreif so fest halten, daß er auch nach dem etwaigen Zerspringen noch ohne Gefahr in Benutzung bleiben konnte. Diese Art der Befestigung hat sich nicht bewährt.

Die Befestigung des Reifens auf dem Unterreife erfolgt in neuester Zeit vielfach durch eine Anordnung, welche Fig. 384 und 385 verdeutlichen.

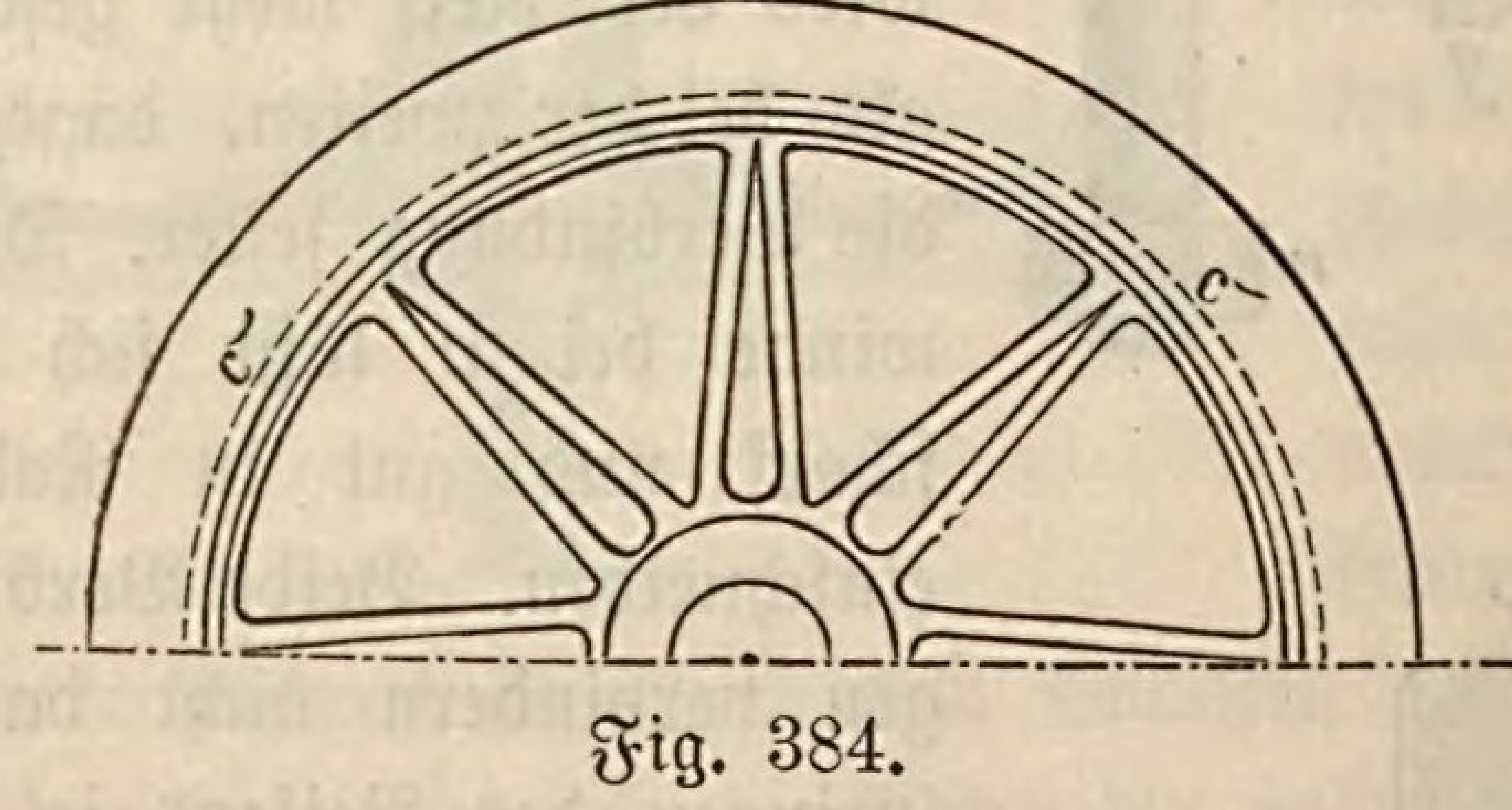


Fig. 384.

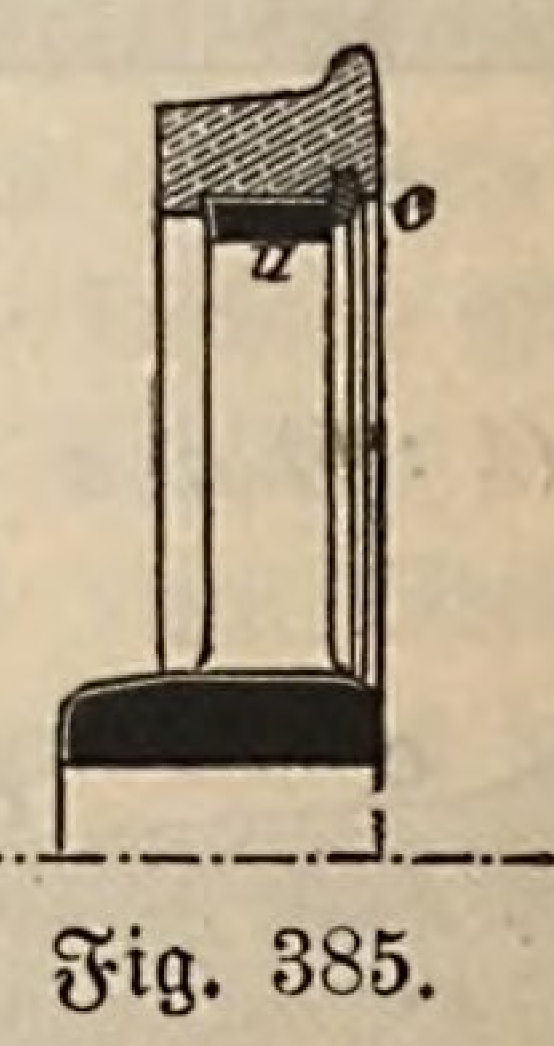


Fig. 385.

Der Unterreif u des Radreifens ist schwalbenschwanzförmig gedreht und auch dem Vorsprunge des Radreifens (g bei Fig. 380) ist eine entsprechende Form gegeben. An der anderen Seite ist der Radreif so ausgedreht, daß ein gespaltener vor den Unterreif gelegter Ring von besonderem Querschnitte — Sprengring ge-

nannt — ringsum in den Radreifen eingreift. Nachdem der Ring eingebracht, wird der bei c vorstehende Rand des Radreifens an den Sprengring angehämmert. Fig. 385 zeigt den fertigen Zustand. Da an der linken Seite (Fig. 384) die Nase des Radreifens, an der rechten Seite der Sprengring hinter den Unterreif greift, der Sprengring selbst aber in dem Radreifen festsitzt, so kann dieser, wenn er reißt, weder in ganzem Zustande noch in Stücken den Unterreif verlassen, wenn nur der Sprengring ganz bleibt und seinen Platz nicht verläßt. Die Erfahrung hat gelehrt, daß auch diese Befestigungsart eine völlige Sicherheit gegen das Abfliegen des gesprungenen Radreifens von dem Unterreife in einem oder mehreren Stücken noch nicht bietet, und sind bereits Verbesserungsvorschläge gemacht, auf die, wie auf noch andere Anordnungen, wir jedoch nicht näher eingehen können.

Die Radreifenquerschnitte in Fig. 380 und 382 unterscheiden sich noch dadurch von einander, daß bei Fig. 382 eine doppelte Neigung c und c′ der Lauffstelle angenommen wurde, während dieselbe bei der ersteren nur einfach ist. Beide Arten kommen vor. Der Gründe für Anwendung der doppelten Neigung giebt es verschiedene. Haben sich die Lauffstellen der Radreifen stark ausgenutzt, so bilden sich bei doppelter Neigung nicht so starke Löcher wie ohne dieselbe, man braucht also die Radreifen nicht so oft abzudrehen, wie wenn nur eine Neigung vorhanden wäre. Es empfiehlt sich allerdings sehr, die Radreifen oft abzudrehen und die Ausnutzung nicht zu weit einreißen zu lassen. Von der Sicherheit der Maschine abgesehen, schlagen sich kleine tiefere Stellen der Radreifen rascher weiter aus, als sie entstehen, gleichwohl können es besondere Umstände, wie zeitweiliger starker Verkehr, wünschenswerth machen, trotz dieses Uebelstandes die Locomotive behufs Abdrehens der Räder erst einige Zeit später zur Werkstätte zu geben.

Wir haben schon mehrfach darauf hingewiesen, daß in Krümmungen der äußere Schienenstrang länger ist als der innere, und

die dadurch beim Durchfahren mit der Maschine hervorgerufenen Uebelstände erwähnt; durch die Anordnung der Radreifen mit doppelter Neigung stehen diesen ungleichen Wegen nicht Räder von ganz gleichem Durchmesser gegenüber. Die Stellung der Achsen einer Maschine bringt es mit sich, daß in Krümmungen bei der Vorder- und Hinterachse der Theil der Radreifen zum Tragen kommt, welcher bei dem äußeren Strange dem Spurkranz am nächsten, bei dem inneren Strange am entferntesten liegt, daß also bei dem äußeren Strange der größere und bei dem inneren der kleinere Raddurchmesser zur Wirkung kommt, was natürlich das Durchfahren der Krümmung sehr erleichtert. Gegen die Anwendung der doppelten Neigung spricht der Uebelstand, daß durch das Schlingern der Locomotive auch in gerader Strecke, besonders bei der Vorderachse, die verschiedenen Durchmessern entsprechenden Stellen der Radreifen zur Wirkung kommen, wodurch dieses Schlingern noch verstärkt wird.

Die Befestigung des Rades auf dem Achsschafte geschieht mittelst Wasserkraftpressen; der beim Aufziehen des Rades angewandte Druck ist verschieden, er steigt oft über 250,000 kg. Treibräder sollen nicht nur fest auf den Achsen sitzen, sondern sie sollen auch eine ganz bestimmte Stellung zu einander haben; um daher ein Verdrehen des Rades auf dem Achsschafte beim Aufziehen zu verhindern, wendet man bei ihnen einen besonderen Keil an, welcher in entsprechende Nuthen des Achsschaftes und der Achse genau paßt.

Bei dem Aufziehen von neuen Treibrädern empfiehlt es sich, um kleine, trotz aller Vorsicht sich einschleichende Fehler zu beseitigen, das Loch für den Kurbel- oder Kuppelzapfen erst zu bohren, wenn das Rad schon fest auf der Achse sitzt; ist ein altes Rad aufgezogen, so thut man gut, das Loch für diesen Zapfen nachträglich genau nachzusehen und erforderlichenfalls zu versetzen und nachzufräsen.

Bei Maschinen ohne Kuppelachsen kommt weniger darauf an, ob die Kurbeln ganz genau rechtwinklig zu einander stehen, sind

jedoch Kuppelachsen vorhanden, so geben Fehler in der Kurbelstellung, wenn sie nicht bei Treibachsen und Kuppelachsen genau gleich sind, zu Brüchen der Zapfen und der Kuppelstangen Anlaß und erschweren den Gang der Locomotive erheblich.

Das Einziehen der Zapfen in die Räder geschieht in derselben Weise wie das der Achsen, nur wird natürlich ein geringerer Druck angewandt. Oft vernietet man das innere Ende des Zapfens noch etwas im Rade, nöthig ist das nicht; sorgfältig eingepaßte und eingepreßte Zapfen sitzen auch ohne diese Vernietung fest. Die Form der Kurbel- und Kuppelzapfen werden wir später bei dem Abschnitte „Kurbel- und Kuppelstangen“ behandeln.

## 7. Achsbacken und Stellkeile.

Der Ausschnitt des Längsträgers zur Aufnahme der Achsbacken und Achslager ist in Fig. 386 angegeben. Es fällt sofort auf, daß der Ausschnitt an der einen Seite bei a schräg, während er an der anderen Seite bei b gerade ist; es findet sich diese Anordnung nur bei den Treib- und Kuppelachsen, die Ausschnitte für die Laufachslager sind an beiden Seiten gerade.

Bei den Treibachsen drückt der Dampfdruck durch die Kolben die Achsen und Achslager abwechselnd an die Vorderseite und Rückseite der Achslagerkasten, während die Schienenstöße eine beständige senkrechte Bewegung derselben veranlassen. Die Folge dieses Umstandes ist eine baldige Abnutzung der unter großem Drucke auf einander gleitenden Theile.

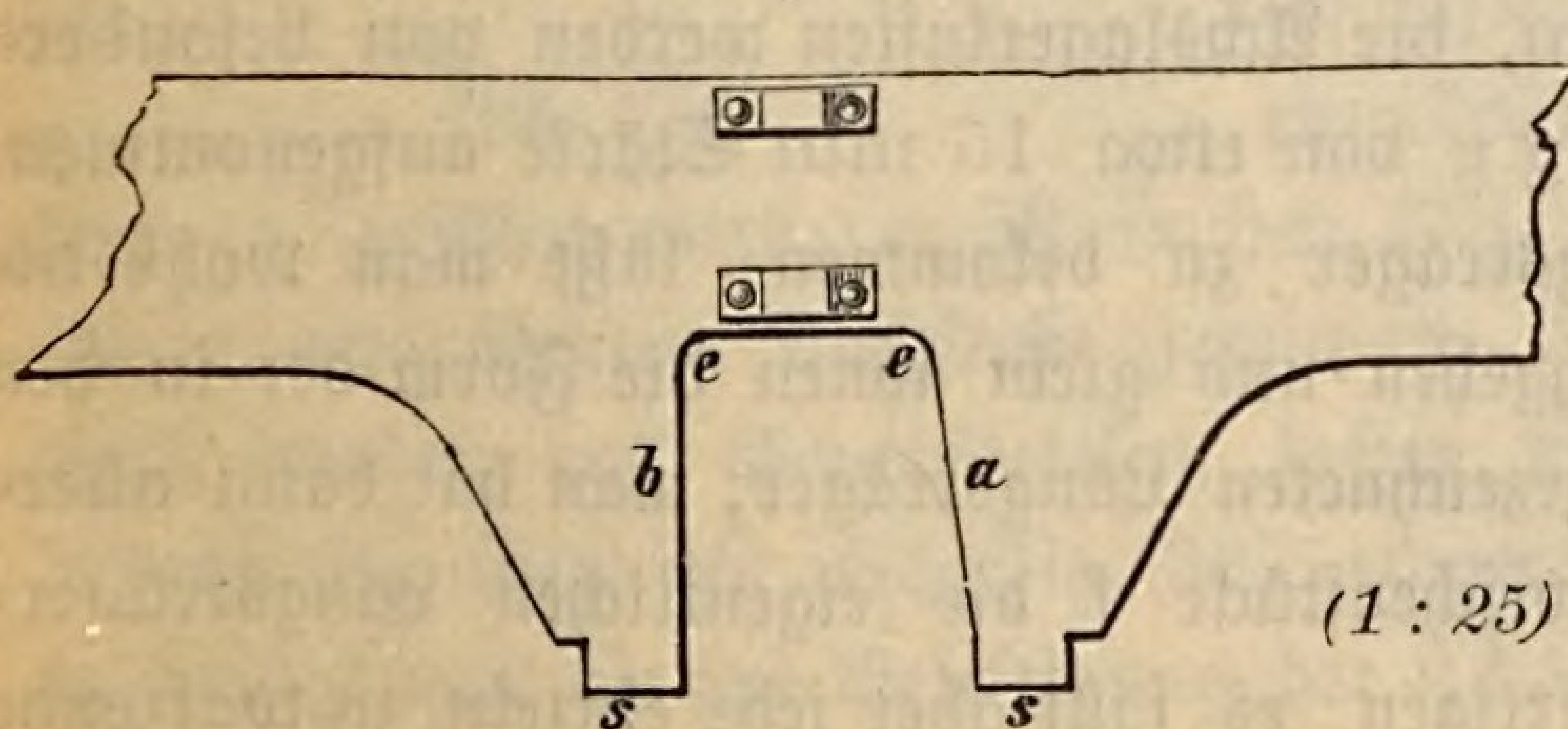


Fig. 386.

Ist diese Abnutzung weiter fortgeschritten, so schlägt der Achslagerkasten in unangenehmer Weise gegen die Achsbacken, giebt zu Brüchen des Längs-

trägers und anderer Theile Veranlassung und bricht auch wohl selbst. Man hat, um diese Uebelstände zu vermeiden, mit Hülfe eines Keiles eine Stellvorrichtung angeordnet, welche die Entfernung der Achsbacken veränderlich macht. Der schräge Ausschnitt des Längsträgers ist durch diese Stellvorrichtung veranlaßt, er ist bei den Laufachsen mitsammt dieser Einrichtung nicht nöthig, da hier der starke Seitendruck der Achslager gegen die Achsbacken fortfällt.

Die Ecken e e sind gut auszurunden, weil scharfe Einschnitte leicht die Veranlassung zu dem Bruche des Längsträgers sind. Um diesem noch besser vorzubeugen, giebt man dem Längsträger unten zwei Ansätze s s, welche, nachdem die Achse untergesetzt ist, durch ein besonderes Schmiedestück (Achshalterschloß, Achshalterzwinge) verbunden werden.

Will man den ganzen Längsträger aus einem Stücke herstellen, so muß er neben großer Länge eine ziemliche Breite haben; diese schweren und theuren Bleche sind in der Anordnung Fig. 387 u. 388 vermieden. Der eigentliche Längsträger f hat bei der früheren Länge nur eine Breite von 250 bis 300 mm, die Achslagerkasten werden von besonders aufgenieteten Blechen g g von etwa 15 mm Stärke aufgenommen.

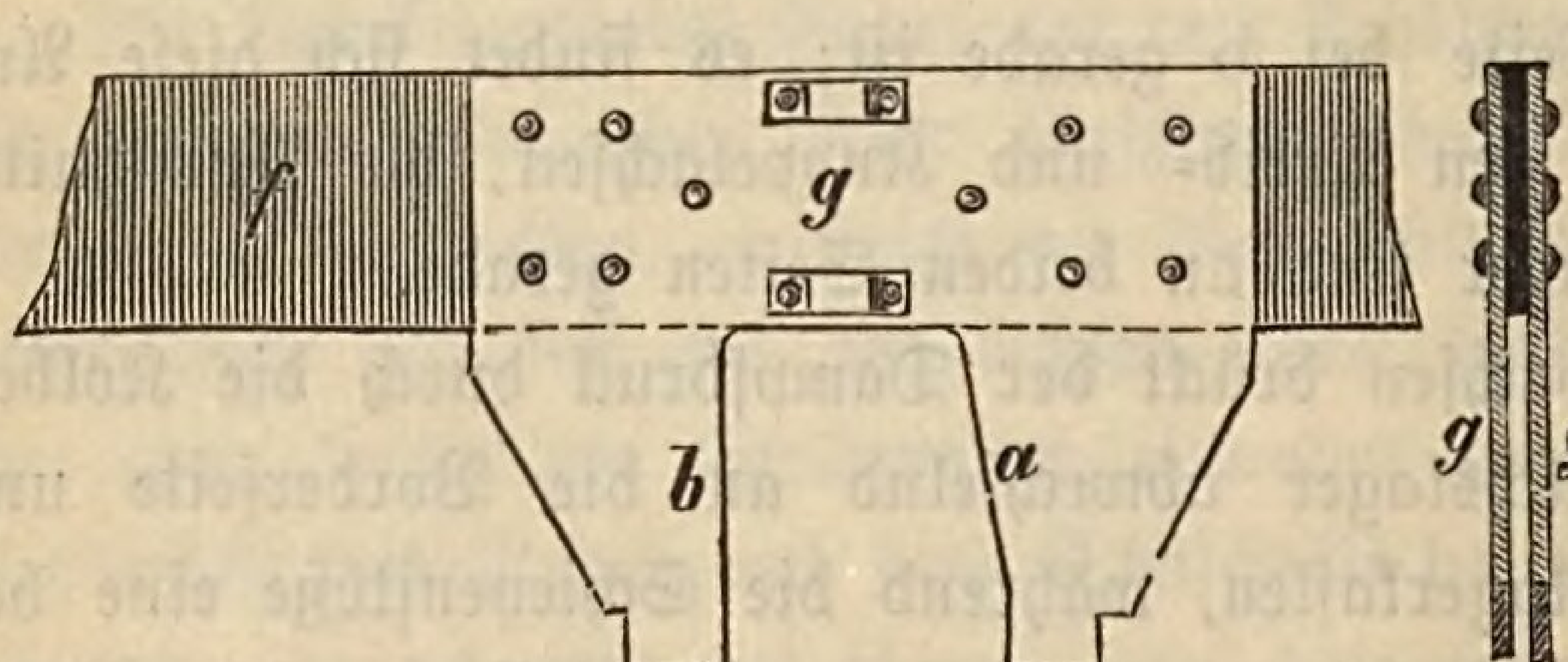


Fig. 387 u. 388.

Um steifere Längsträger zu bekommen, läßt man wohl die Bleche g g ganz durchgehen und giebt ihnen die Form der in den Fig. 333 und 335 gezeichneten Längsträger; man hat dann allerdings außer dem Zwischenstücke f die eigentlichen Längsträgerplatten doppelt anzufertigen, es fällt aber jede einzeln zu walzende Blechplatte nicht gar zu schwer aus. Ein Nachtheil dieser An=

ordnung ist außer dem größeren Gesammtgewichte des Längsträgers der Umstand, daß er sich nur schwer von der Feuerkiste abbiegen läßt, wenn Ausbesserungen an derselben dieses nöthig machen.

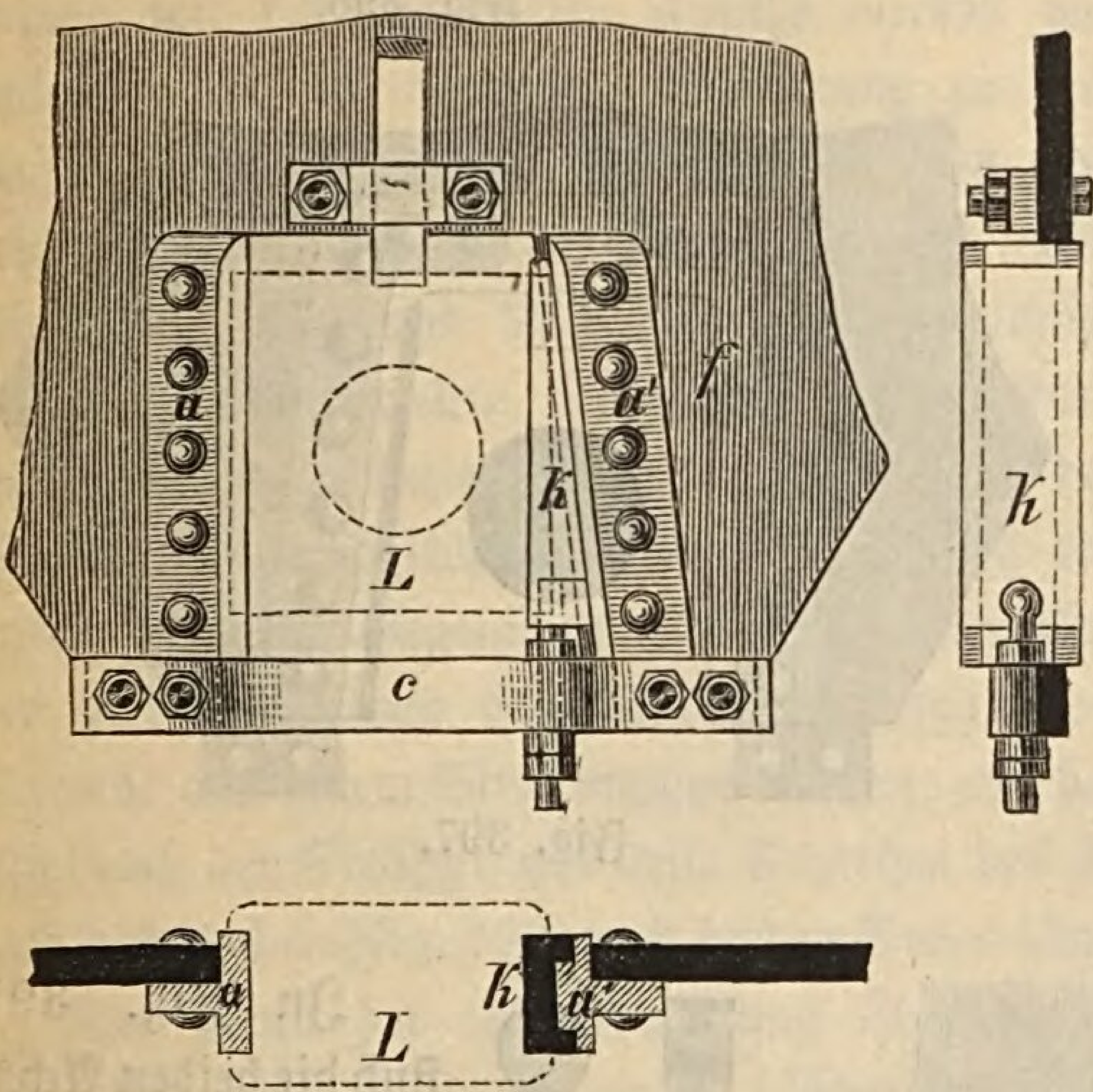


Fig. 389—391.

Die Ausschnitte des Längsträgers werden, wie in den Fig. 389, 390 und 391 in der Ansicht, dem Grundrisse und Durchschnitte angegeben ist, durch die schon oben erwähnten Achsbacken a und a' an beiden Seiten eingefaßt, das Stück c (Achshalterschloß), in Fig. 392 im Grundriß angegeben, schließt unten den Ausschnitt.

Die Achsbacke dient an der einen (linken) Seite dem Lager L unmittelbar als Führung, wogegen an der andern Seite ein mit

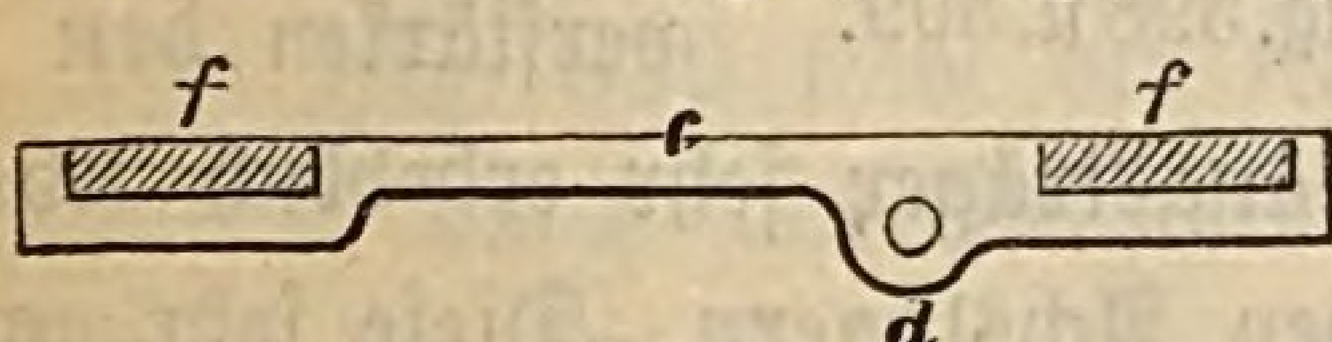


Fig. 392.

K bezeichneter Keil eingeschoben ist, welcher, wie aus Fig. 391 ersichtlich, in einer entsprechend eingehobelten Nute der Achsbacke a' geführt wird; er ist in den Fig. 393, 394 und 395 in etwas vergrößertem Maßstabe gezeichnet. Die Achsbacken und der Keil werden aus Schmiedeeisen, besser aber noch aus Gußstahl hergestellt. Liegt ein nach Fig. 387 eingerichteter Längsträger vor, so bringt man die zur Befestigung der Achsbacken dienenden Lappen derselben, wie in Fig. 396 angedeutet, zwischen die Längsträgerbleche.

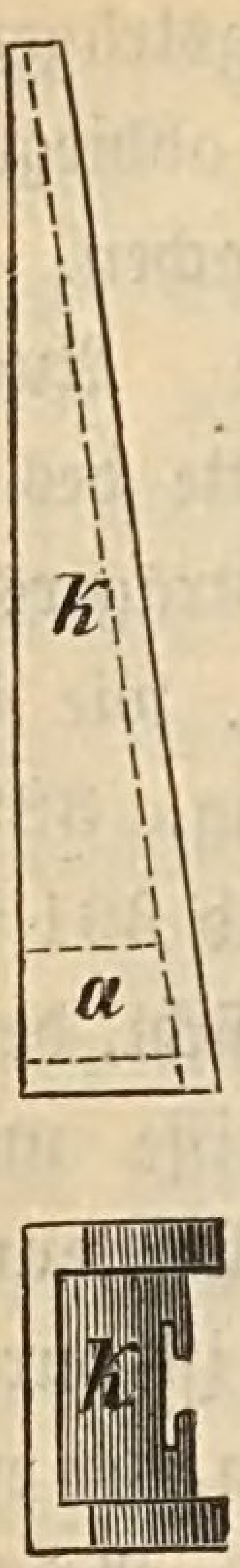



Fig. 393—395.

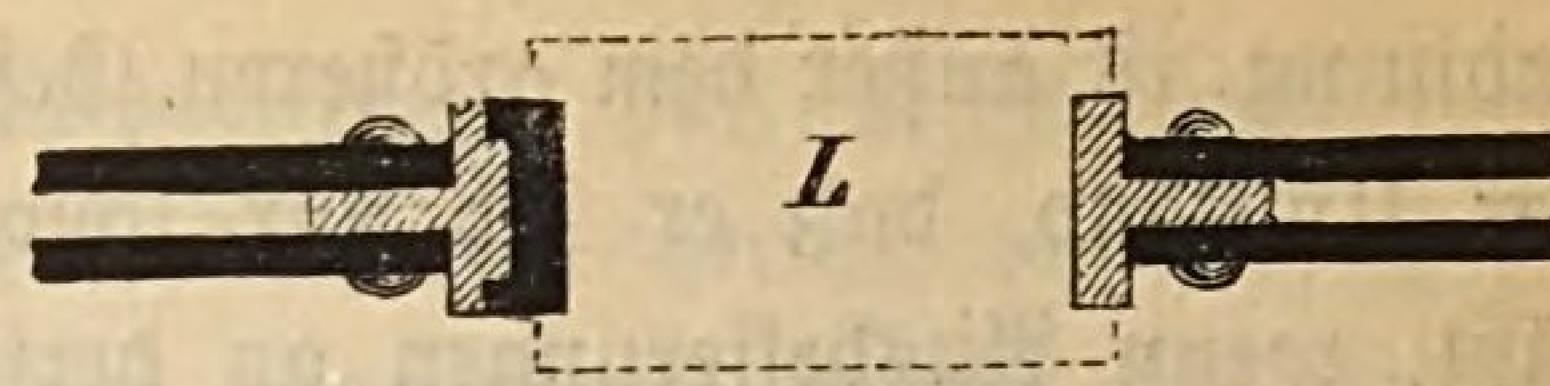



Fig. 396.

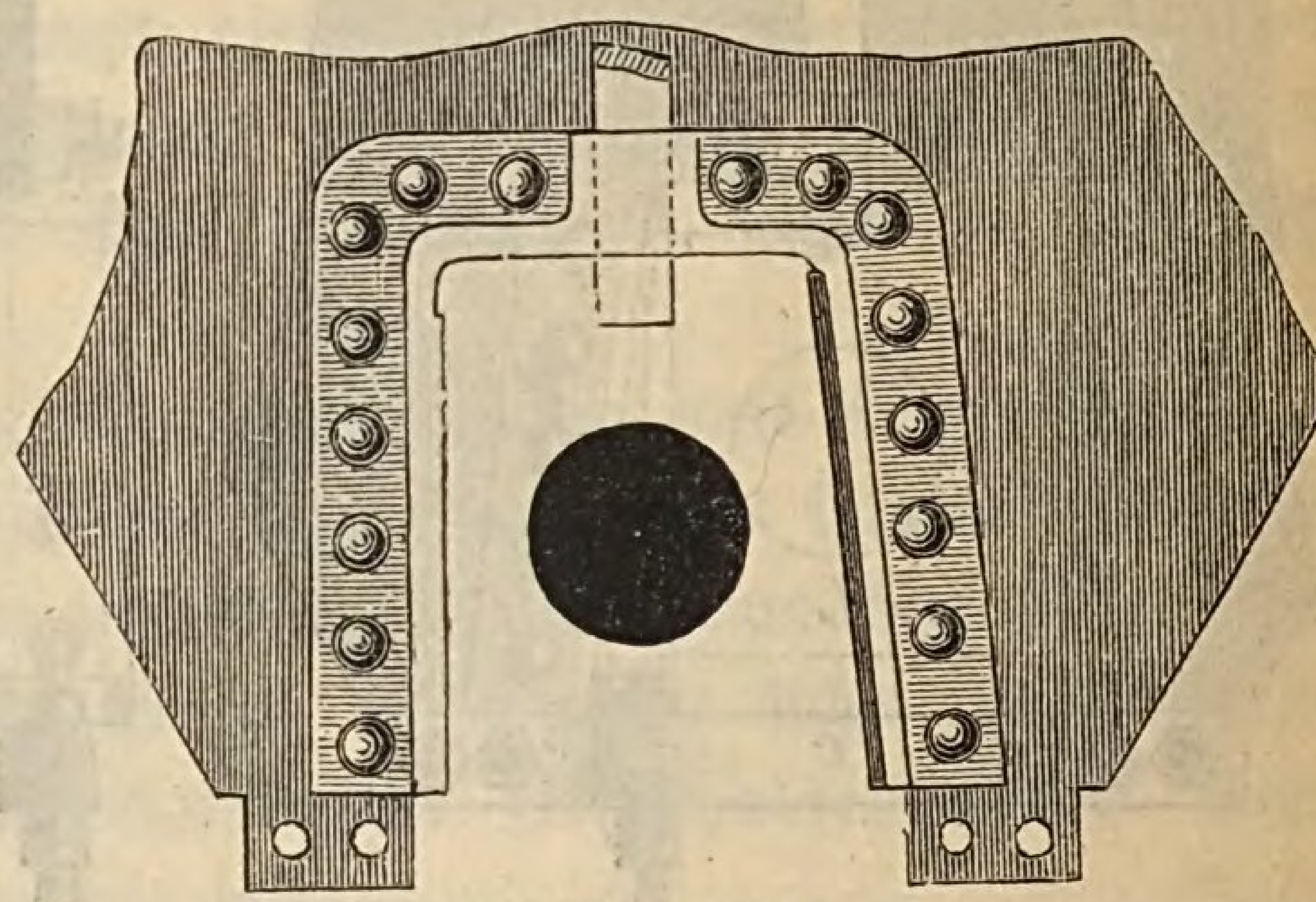


Fig. 397.

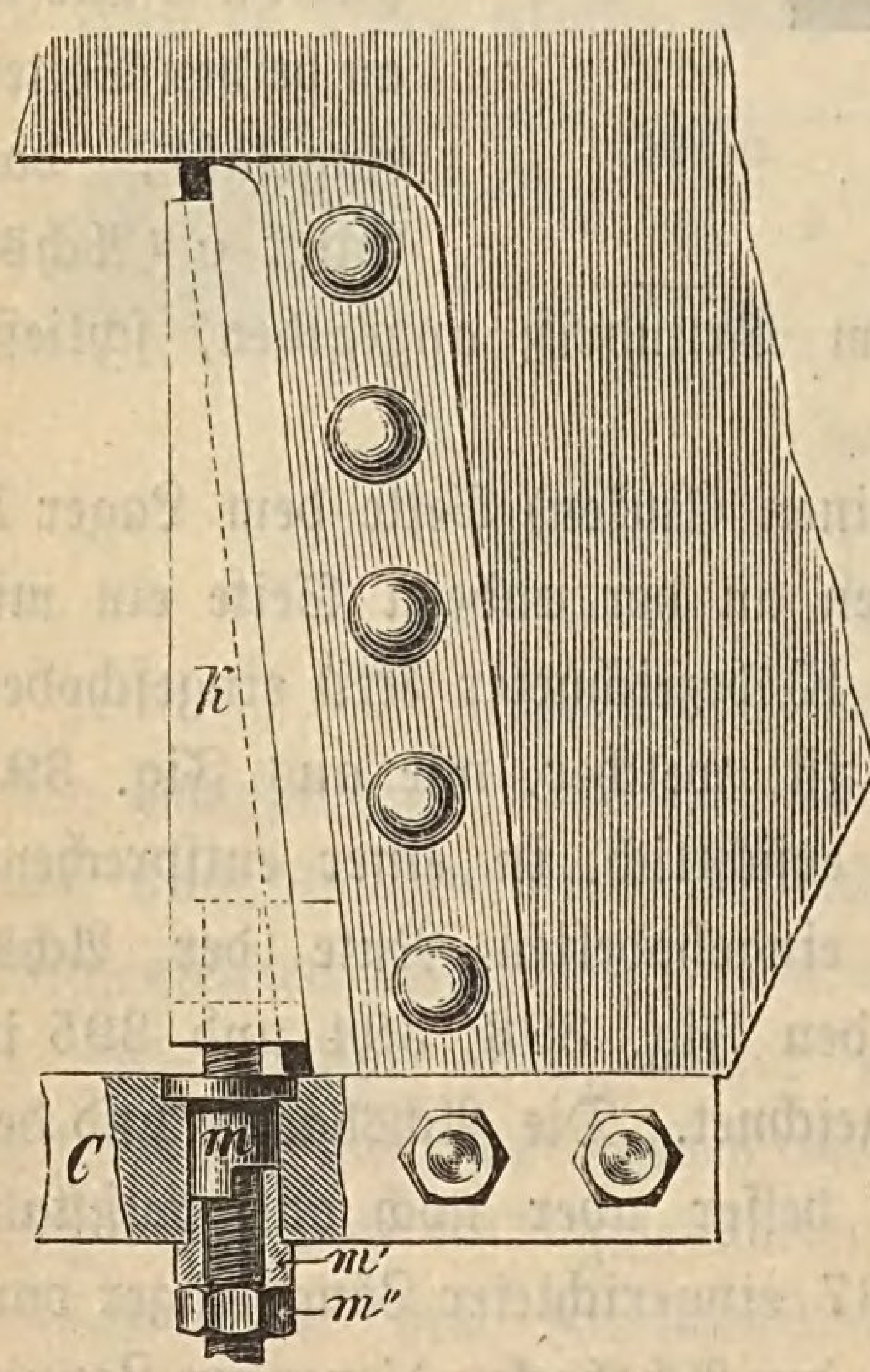



Fig. 400.

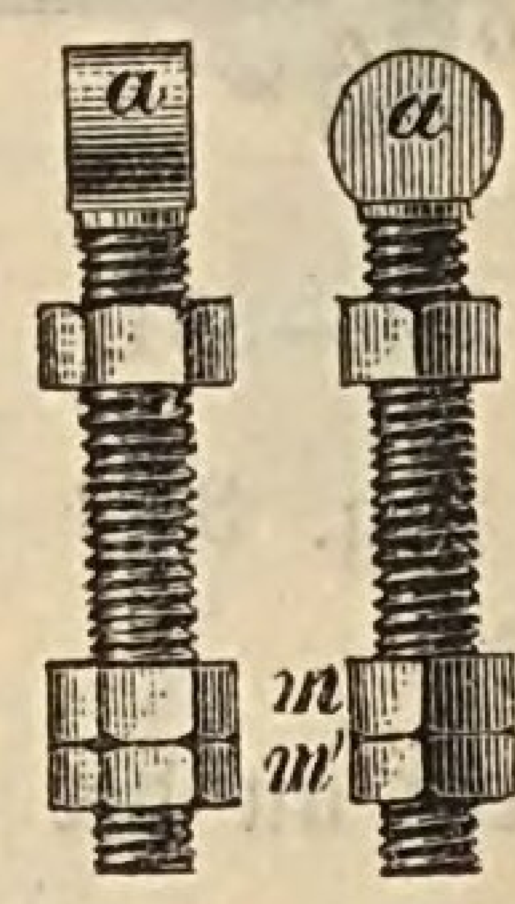



Fig. 398 u. 399.

In Fig. 397 sind die beiden Achsbacken zu einem Stücke vereinigt, sie dienen zugleich als untere Führung für die Federstütze und verstärken den Längsträger sehr erheblich über den Achslagern. Diese sehr empfehlenswerthe Anordnung ist theuer, auch ist das Abhobeln und Abrichten der Gleitflächen schwierig. Zur Verbindung der Achsbacken mit dem Längsträger dienen Niete oder Schrauben; letztere sind vorzuziehen, da sie

ein Losnehmen und dadurch eine leichtere Nacharbeitung der Achsbacken ermöglichen. Fig. 392 zeigt das unter den Achslagern sitzende Verbindungsstück des Längsträgers im Grundrisse. Die beiden mit f f bezeichneten Ansätze werden durch dasselbe fest umschlossen und in derselben Entfernung zu einander gehalten; der Ansatz d nimmt die in den Figuren 398 und 399 besonders gezeichnete Stellschraube für den Keil auf. Dieser Keil ist in den Fig. 393, 394 und 395 besonders gezeichnet; er ist mit einem Ausschnitte a versehen, in welchen sich der Kopf a der Stellschraube legt und beim Anziehen des Keiles seitlich verschieben kann. Die Mutter m ermöglicht die Verstellung des Keiles nach oben und unten, und die Gegenmutter m′ stellt denselben sicher fest. Statt der hier getroffenen Einrichtung hätte man den Keil mit der Stellschraube aus einem Stück machen können; um dann die seitliche Verschiebung der Stellschraube beim Anziehen des Keiles zu ermöglichen muß das Loch d (Fig. 392) nach beiden Seiten länglich gemacht werden.

Der Zweck der Keilvorrichtung ist schon oben angegeben; zieht man den Keil zu wenig an, so schlägt der Achslagerkasten zwischen den Achsbacken und giebt zu Brüchen Veranlassung; zieht man ihn zu stark an, so setzt sich der Lagerkasten zwischen den Backen fest, die Tragfeder kommt außer Thätigkeit und die Locomotive stößt heftig. Ein sorgfältiges Oelen der Gleitflächen, der Achsbacken und Keile vor dem Antritt jeder Fahrt ist nie zu unterlassen.

In Fig. 389 kann der Keil K wegen der Mutter über dem Stücke c durch die Stellschraube nicht bis auf c herabgezogen werden; bei der in Fig. 400 gezeichneten Stellvorrichtung ist dieser Uebelstand vermieden. Die Mutter m ist in das Stück c verlegt; bewegt wird sie durch die Mutter m′, welche selbst kein Gewinde hat und durch die Mutter m″ gegen m gedrückt wird.

## 8. Achslager und Lagerkasten.

Das Achslager besteht aus der eigentlichen Lagerschale, dem diese aufnehmenden Lagerkasten und dem Lagerunterkasten; es hat

den Zweck, das Gewicht der Locomotive auf die Achse zu übertragen. Der Lagerkasten wurde in den Fig. 389 und 391 mit L angedeutet; er besteht meistens aus Schmiedeeisen oder Gußstahl, seltener aus Gußeisen oder Messing; in letzterem Falle ist die Lagerschale mit dem Lagerkasten in einem Stück gegossen. Zu Lagerschalen benutzt man meistens Messing oder Rothguß; oft werden die Messinglagerschalen noch mit einer besonderen Masse, Weißmetall (Composition)*) genannt, ausgegossen; auch läßt man die eigentlichen Lagerschalen ganz fort und gießt das Weißmetall unmittelbar in den Lagerkasten.

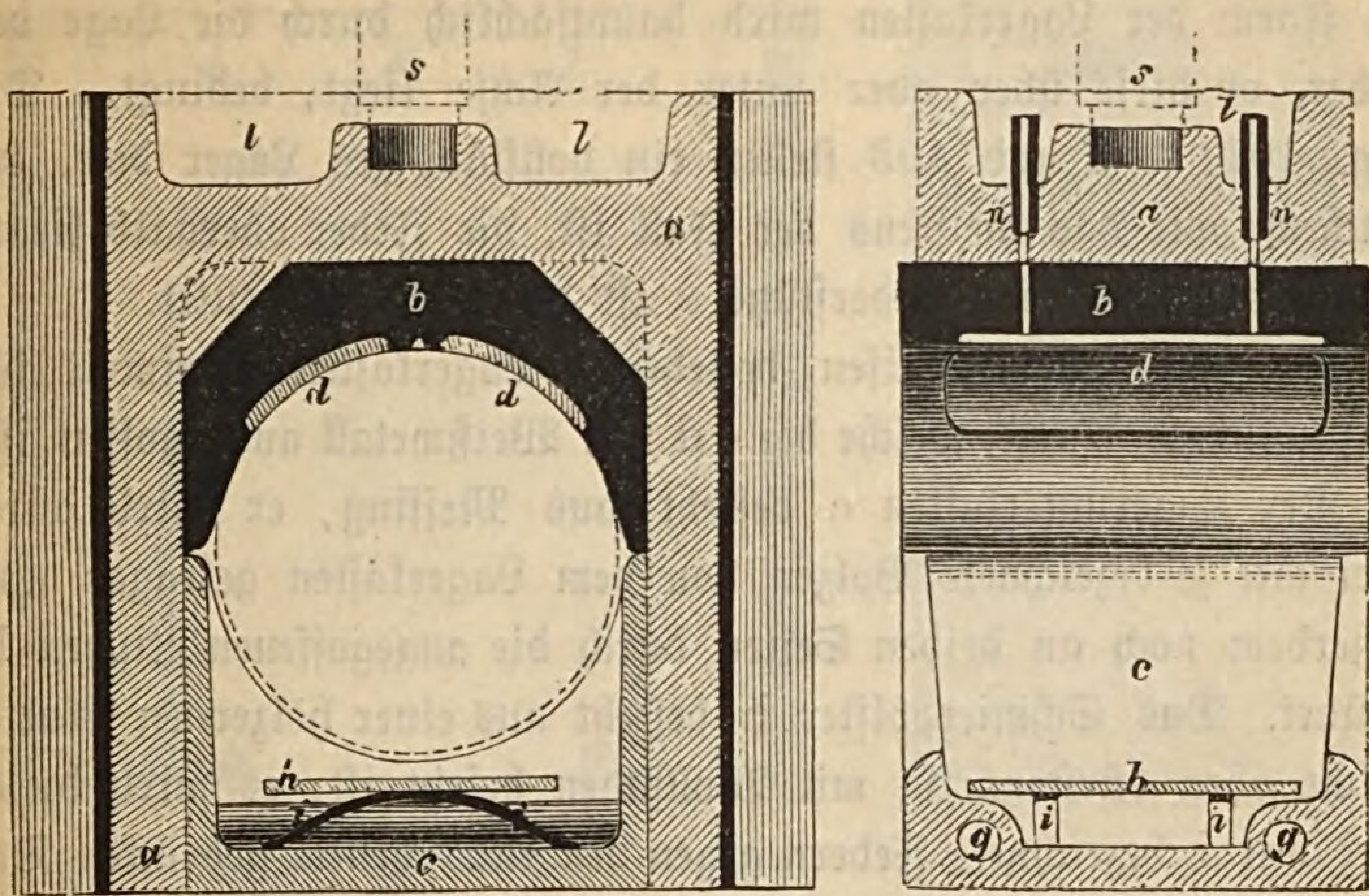
Der Streit, ob Messing oder Weißmetall für Achslager vorzuziehen sei, ist noch unentschieden. Bei Anwendung eines passenden Weißmetalls und vorsichtiger Herstellung desselben hat man selten mit heißen Achsen zu thun, die Schenkel laufen sich spiegelblank und die Achsen können lange, ohne daß die Lager neu aufgegossen werden müssen, laufen. Ob die Abnutzung der Achsschenkel und die Reibungswiderstände bei Weißmetall oder Messing stärker sind, ist bislang auch noch unentschieden. Man wirft den Lagern von Weißmetall vor, daß sie entweder zu hart sind, und dann leicht zerbrechen, oder daß sich, wenn man sie weicher macht, die Schmiernuthen und Löcher leicht verstopfen. Einen Nachtheil haben die Weißmetalllager, der ihnen auch wohl selten abgestritten wird: wird nämlich ein solches Lager warm, so schmilzt das Weißmetall bald fort und der Schenkel läuft in dem eisernen Lagerkasten, wodurch er sich leicht so stark beschädigt, daß der ganze Achsschaft unbrauchbar wird.

Läuft ein Messinglager heiß, so ist doch nicht so bald ein Schmelzen der Lagerschalen zu besorgen; es entstehen allerdings auch Reifen oder Furchen in dem Schenkel, welche aber weniger tief und durch Nachdrehen der Schenkel zu beseitigen sind.

---

*) Ein zu Achslagern passendes Weißmetall besteht aus einer Mischung von 6 Theilen Kupfer, 83 Theilen Zinn und 11 Theilen Antimon.

Man vereinigt vielfach die Vortheile beider Metalle dadurch, daß man Messinglagerschalen anwendet und diese mit Weißmetall



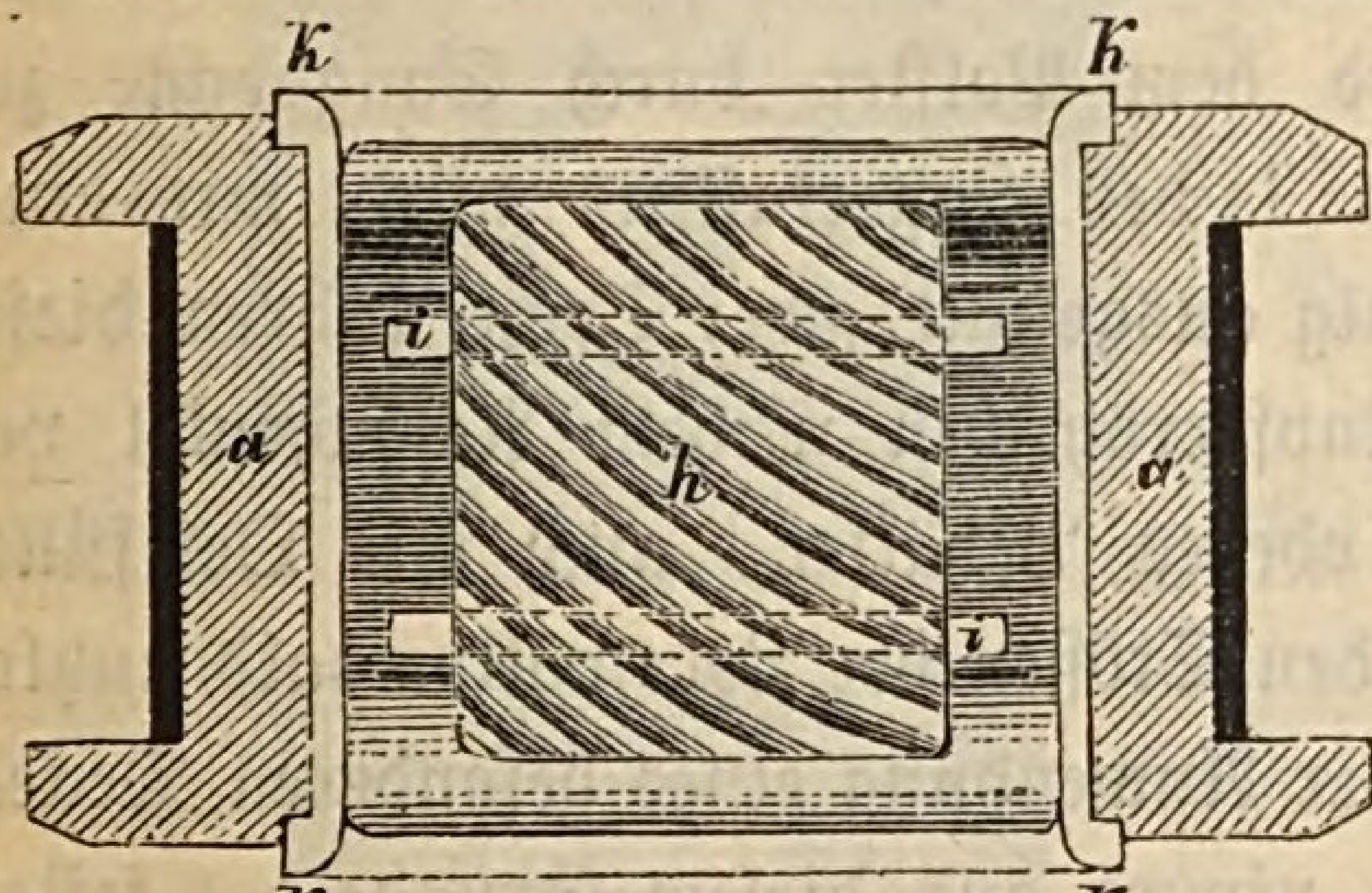




Fig. 401—403.

ausgießt; schmilzt letzteres fort, so bleibt doch noch die Messinglagerschale, und der Schenkel arbeitet nicht auf Schmiedeeisen. Es ist bei Anwendung dieser Lager darauf zu achten, daß die Schmierlöcher und wenn möglich auch die Schmiernuthen sich nur in dem Messing, nicht aber in dem Weißmetalle befinden.

Der Achslagerunterkasten besteht aus Messing oder Gußeisen, seltener aus Schmiedeeisen; er hat den Zweck, die untere Hälfte des Achsschenkels gegen Staub zu schützen, außerdem nimmt er ein Schmierpolster auf und bildet zugleich den Behälter, welcher das Polster mit Oel versorgt.

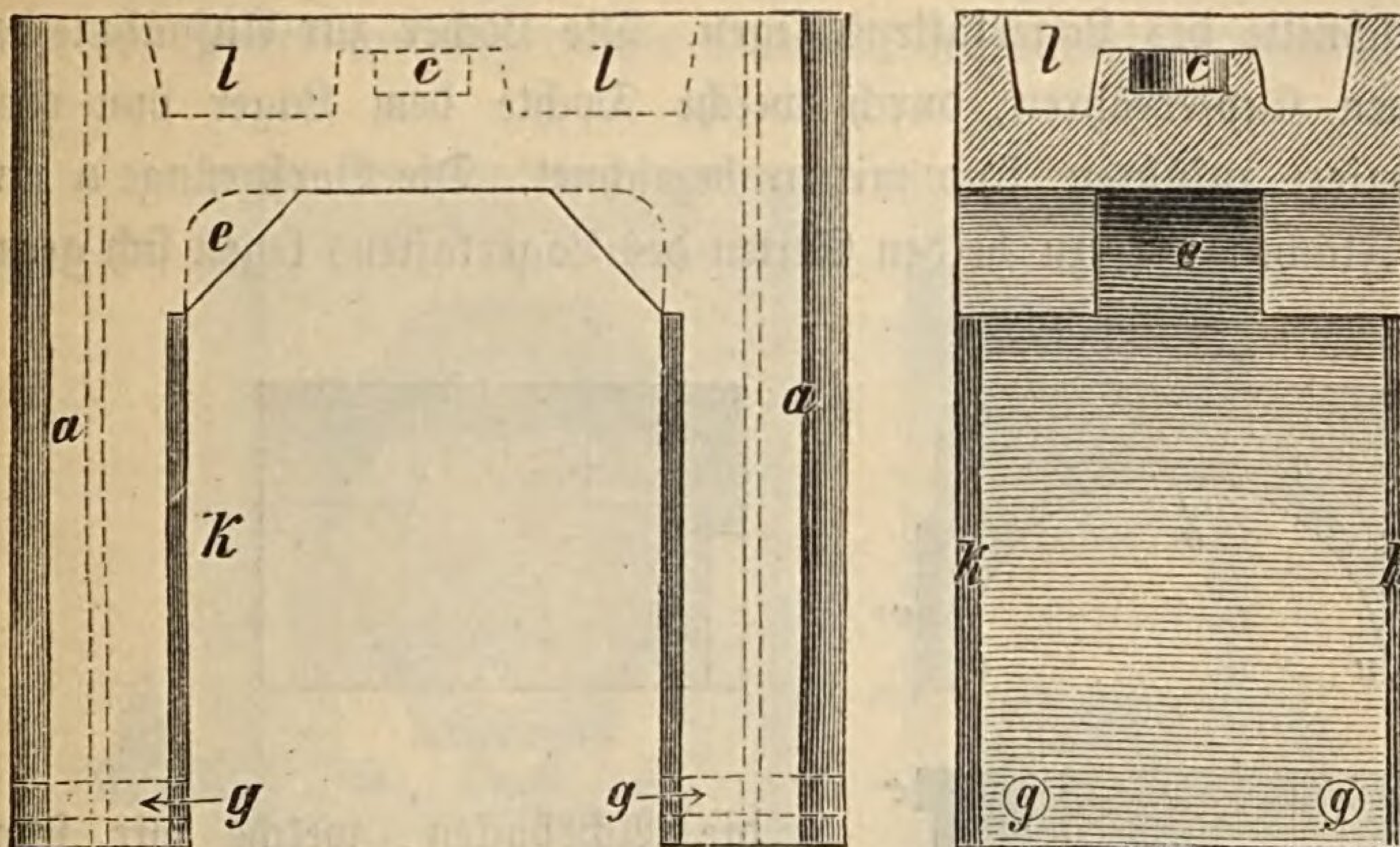
In der Form der Lagerschalen kommen seltener Verschiedenheiten vor, wohl aber in der der Lagerkasten und Lagerunterkasten; die Form der Lagerkasten wird hauptsächlich durch die Lage der Feder, ob diese über oder unter der Achse liegt, bedingt. Die Fig. 401, 402 und 403 stellen ein vollständiges Lager dar, bei welchem, wie das meistens der Fall ist, die Feder oberhalb liegt; der untere Theil der Federstütze s ist punctirt angedeutet.

Der aus Schmiedeeisen bestehende Lagerkasten a nimmt die Messingschale b auf, welche bei d d mit Weißmetall ausgegossen ist.

Der Lagerunterkasten c besteht aus Messing, er wird durch zwei mit g bezeichnete Bolzen von dem Lagerkasten getragen und außerdem noch an beiden Seiten durch die angegossenen Rippen K geführt. Das Schmierpolster h besteht aus einer hölzernen Platte, welche oben bürstenartig mit Wollfäden besetzt ist; es wird durch zwei mit i bezeichnete Federn gegen den Achsschenkel gedrückt. Der Lagerunterkasten dient zugleich als Behälter für die Schmiere des Achsschenkels, das Oel wird dem Polster durch Saugdochte zugeführt. Der obere Raum l des Lagerkastens wird mit einer Mischung von Oel und Talg ausgefüllt, zwei Dochte führen dieses Schmiermittel durch die Kupferröhrchen n dem Achsschenkel von oben zu. Wenn man den oberen Behälter l auch mit Oel füllen wollte, so würde dieses bei den Stößen der Locomotive bald nutzlos verspritzt werden, selbst bei der Anwendung eines besonderen Deckels für den Lagerkasten. Man nimmt aus diesem Grunde das festere Schmiermittel Talg, welchem, um ihn schon bei einer geringen Wärme flüssig werden zu lassen, so viel Oel zugesetzt wird, daß er eben noch fest bleibt. Die Dochte tränkt man mit reinem Oel und gießt auch vor Antritt der Fahrt noch einige Tropfen Oel auf dieselben.

Sollte das im Unterkasten liegende Schmierpolster seine Wirksamkeit versagen, so wärmt sich der Schenkel und dadurch der Lagerkasten bald an, das Gemisch von Oel und Talg wird flüssig, und die Schmierung geht von oben vor sich. In den Fig. 404 bis

407 ist der Lagerkasten noch einmal allein in der Seitenansicht, dem Querdurchschnitt, in der Ansicht von oben und unten gezeichnet.



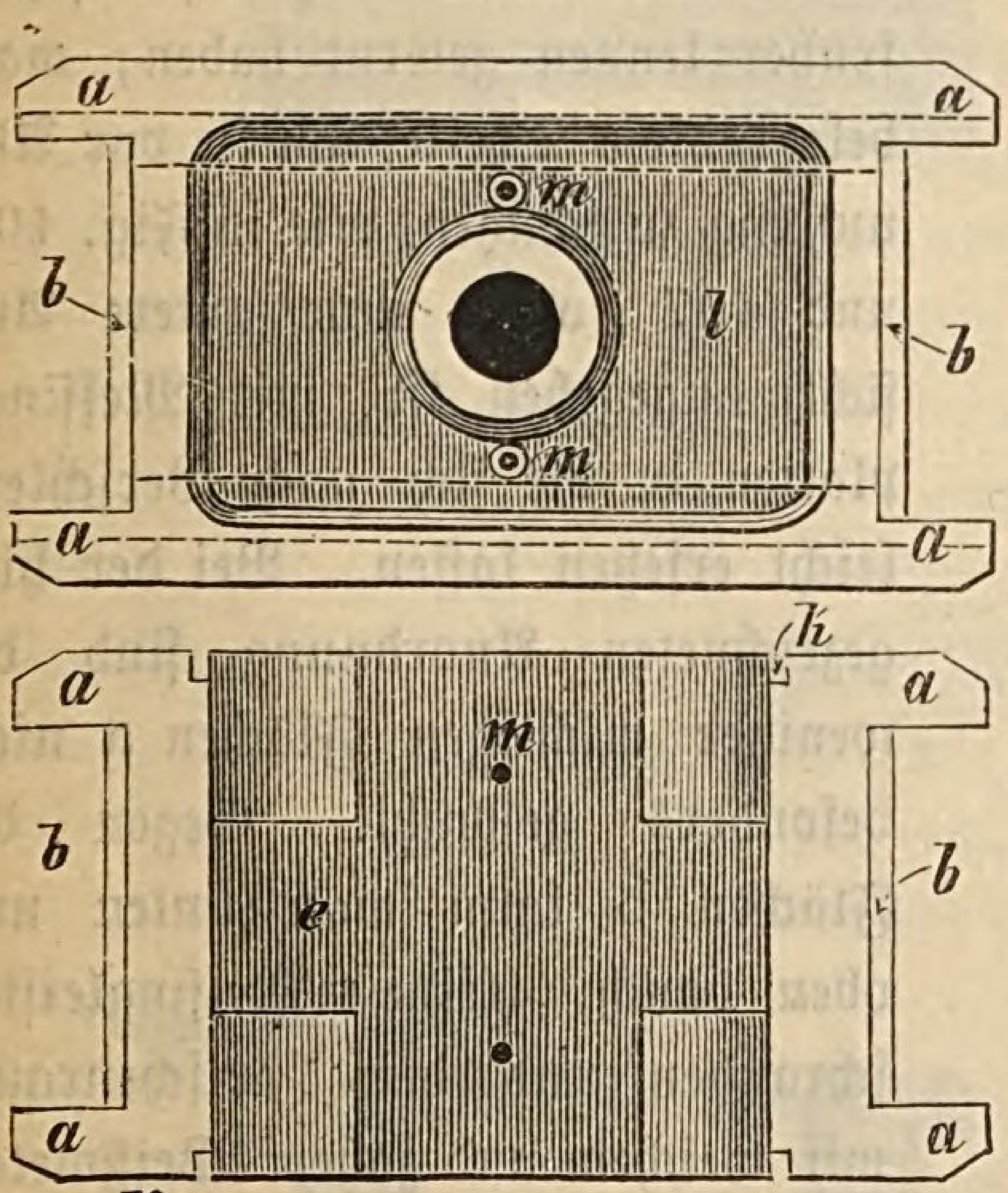
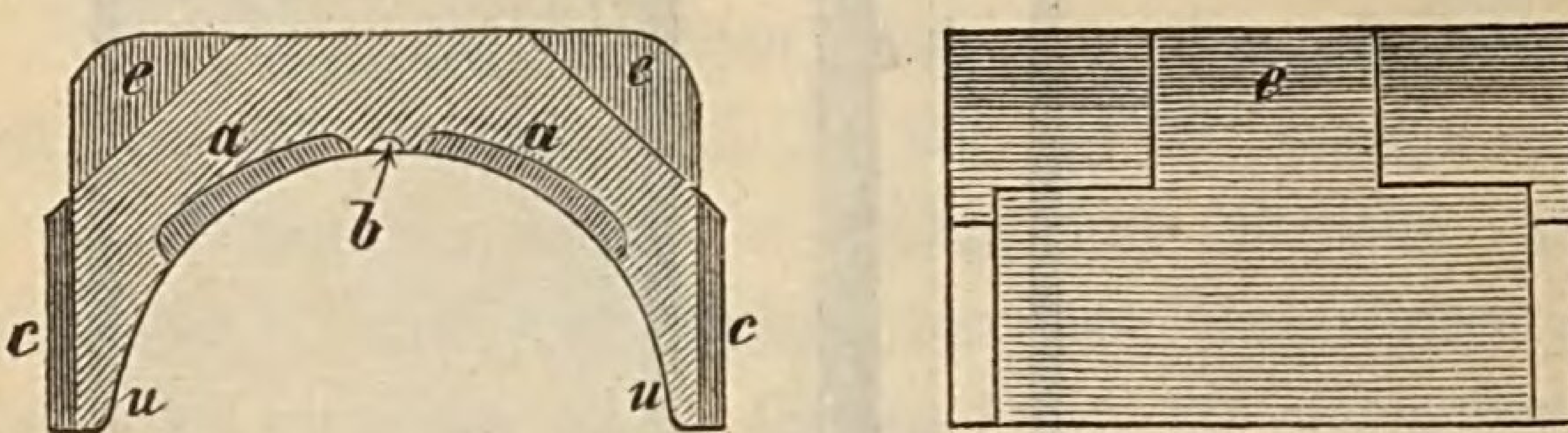




Fig. 404—407.

Der Lagerkasten hat eine ⊓ förmige Gestalt. Der innere Raum dient, wie wir gesehen haben, zur Aufnahme der Lagerschale und des Lagerunterkastens, bei g g sind die Löcher für die beiden Bolzen angedeutet, welche den Unterkasten tragen, mit K K sind die Nuthen bezeichnet, welche demselben und der Lagerschale zur Führung dienen. Diese Nuthen K werden oft auch fortgelassen, die beiden Bolzen können zur Noth den Unterkasten allein in der richtigen Lage erhalten. Eine seitliche Bewegung der in den Fig. 408—411 besonders gezeichneten Lagerschale wird durch

die dort mit e bezeichneten Lappen verhindert, welche sich in entsprechende gleichfalls mit e, Fig. 404, 405 und 407, bezeichnete Ausschnitte des Lagerkastens legen. Die Löcher zur Aufnahme der kleinen Kupferröhren, durch welche Dochte dem Lager von oben Schmiere zuführen, sind mit m bezeichnet. Die Vorsprünge a und die Flächen b b zu beiden Seiten des Lagerkastens legen sich gegen



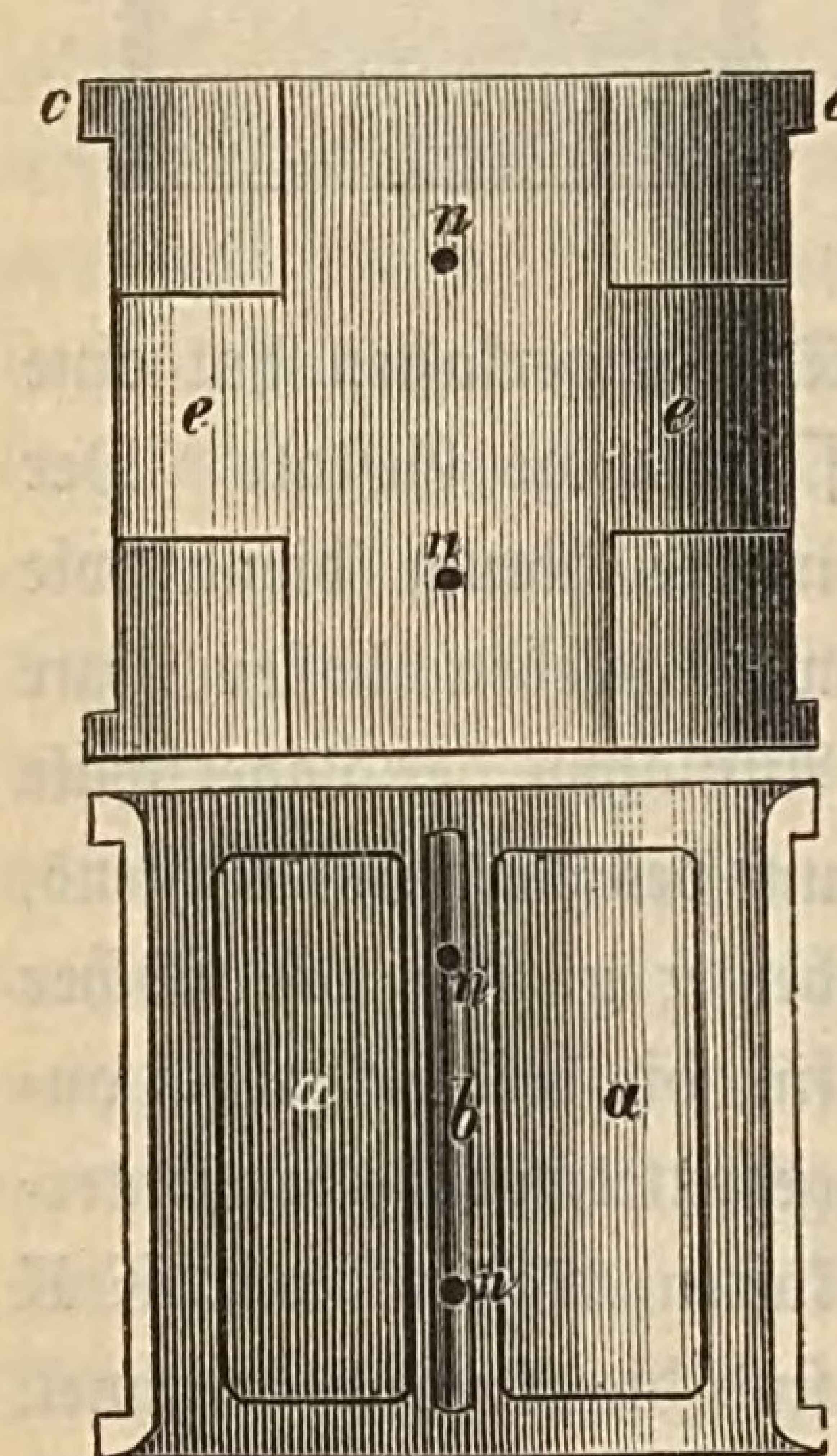
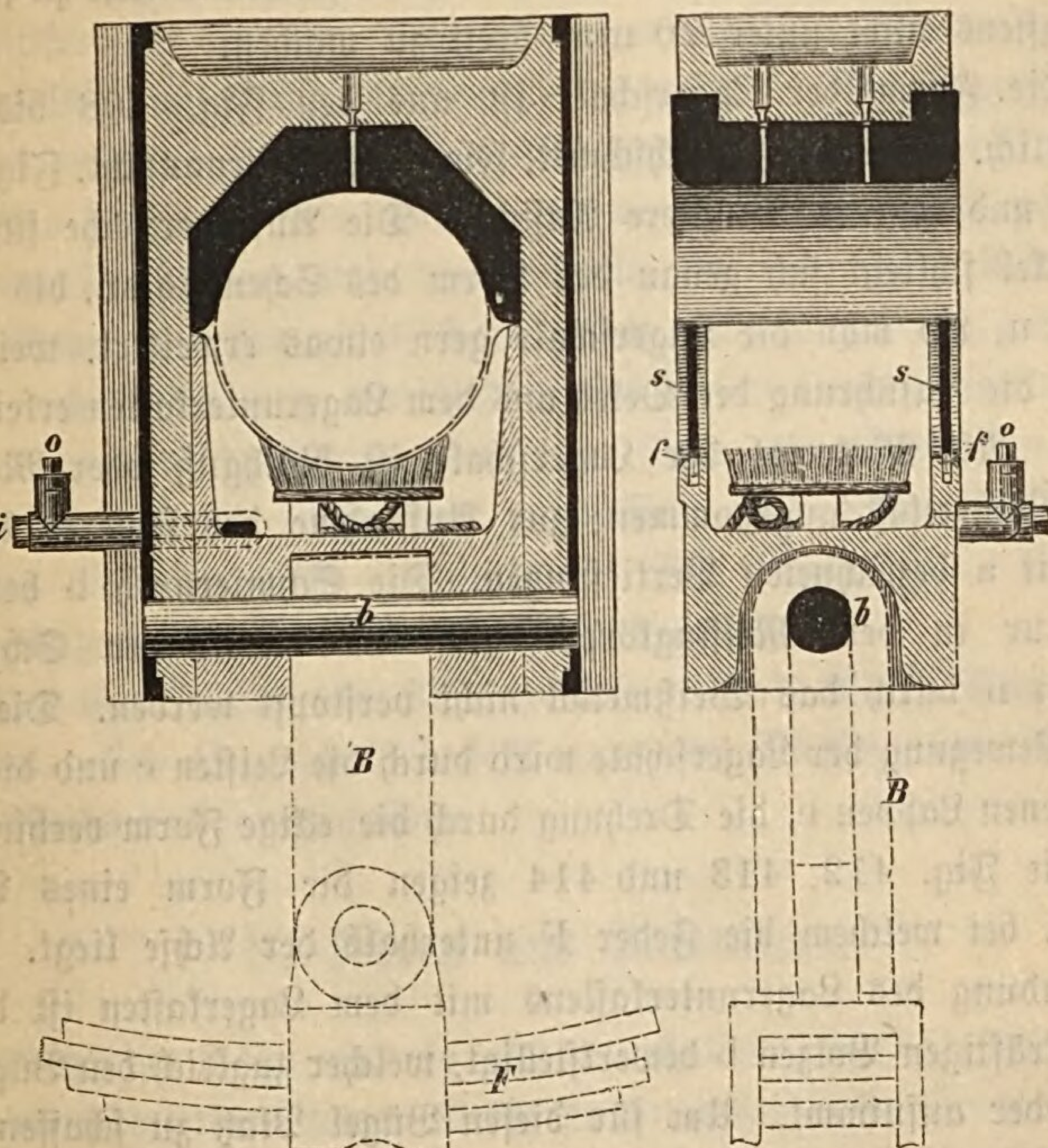




Fig. 408—411.

die Achsbacken, welche wir schon früher kennen gelernt haben; man belegt diese Theile, um sie vor Abnutzung zu schützen, wie in Fig. 406 und 407 (obere und untere Ansicht) angegeben ist, mit Messingplatten b, die sich nach Verschleiß leicht ersetzen lassen. Bei der hier gezeichneten Anordnung sind die weniger wichtigen Flächen a nicht besonders geschützt. Gegen die Flächen b kann man unten und oben auch kleine Messingleisten schrauben und den Zwischenraum mit weichem und zähem Weißmetall ausgießen. Die Anbringung der Messingleisten ist deshalb nöthig, um das Herauspressen des Weißmetalls zu verhindern. Solche mit Weißmetall ausgegossene Flächen halten sich erfahrungsmäßig auch bei Treibachslagern sehr gut, sie nutzen wenig ab, und tritt ein Fressen oder Rauhwerden der Achsbacken bei ihrer Anwendung

selten ein. Bei c ist im Lagerkasten eine Vertiefung für die Federstütze angebracht; dieser Stützpunkt muß sich immer genau über der Mitte der Lagerschale befinden, wenn diese überall gleich=




mäßig tragen soll. Da die Auflagerstelle der Federstütze sich nach und nach abnutzt, so ist es zu empfehlen, dort den Lager=kasten etwas stärker zu machen. Es ist gut, wenn er so angeordnet wird, daß der Achsschenkel ziemlich in

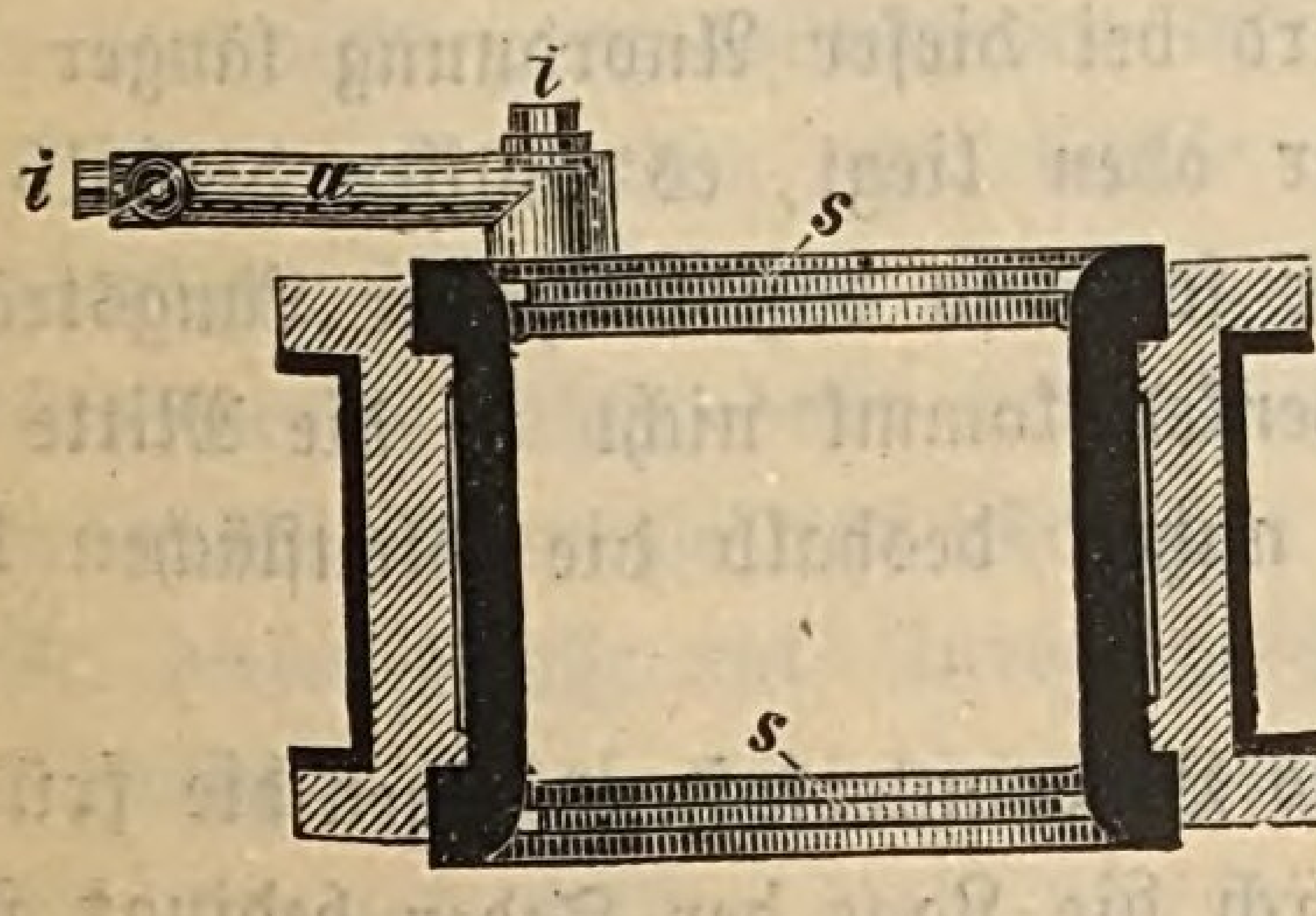



Fig. 412–414.

der Mitte desselben liegt; die Flächen b werden dann oben ebenso stark wie unten durch den Dampfdruck gegen die Achsbacken gedrückt und nutzen gleichmäßig ab. Auch empfiehlt es sich, um geringere Abnutzung zu bekommen, die Gleitflächen a nicht zu schmal, wenigstens nicht unter 20 mm breit zu machen.

Die Form der Lagerschale ist aus den Fig. 408 bis 411 ersichtlich. Fig. 408 Durchschnitt, Fig. 409 Seitenansicht, Fig. 410 obere und Fig. 411 untere Ansicht. Die Auflagerfläche für den Schenkel schließt sich genau der Form des Schenkels an, bis unten bei u u, wo man die Lagerschale gern etwas erweitert, weil dadurch die Zuführung des Oeles aus dem Lagerunterkasten erleichtert wird. Als Material der Lagerschale ist Rothguß oder Messing mit Weißmetall angenommen; zur Aufnahme des letzteren dienen die mit a bezeichneten Vertiefungen. Die Schmiernuth b befindet sich nur in dem Messingkörper und kann nebst den Schmierlöchern n durch das Weißmetall nicht verstopft werden. Die seitliche Bewegung der Lagerschale wird durch die Leisten c und die angegossenen Lappen e, die Drehung durch die eckige Form verhindert.

Die Fig. 412, 413 und 414 zeigen die Form eines Achslagers, bei welchem die Feder F unterhalb der Achse liegt. Die Verbindung des Lagerunterkastens mit dem Lagerkasten ist durch einen kräftigen Bolzen b bewerkstelligt, welcher zugleich den Bügel B der Feder aufnimmt. Um für diesen Bügel Platz zu schaffen, ist der Lagerunterkasten in entsprechender Weise ausgeschnitten.

Das ganze Achslager wird bei dieser Anordnung länger und schwerer, als wenn die Feder oben liegt, es müssen deshalb die Achsbacken und Halter länger sein, so daß auch der Längsträger schwerer wird. Der Achsschenkel kommt nicht in die Mitte des Lagerkastens zu liegen, und nutzen deshalb die Gleitflächen desselben ungleich ab.

Weitere Abweichungen des Lagerunterkastens gegen die frühere Form, welche jedoch nicht durch die Lage der Feder bedingt sind, fallen uns in den Nuthen und dem Ansatze a auf. Die Nuthen

dienen zur Aufnahme von Filzscheiben s s, welche durch Federn f f gegen den Schenkel gedrückt werden und den Oelbehälter gegen Verunreinigung durch Staub schützen.

Der Ansatz a ist gemacht, um das Nachgießen von Oel und die Entfernung der alten Schmiere zu ermöglichen, ohne vorher den ganzen Lageruntерkasten losnehmen zu müssen. Der Anguß muß an der inneren Seite des Lagers angebracht werden, weil außen das Rad im Wege sein würde; die verkröpfte Form ist gewählt, um den Treibrädern und dem Schafte, sowie den Excentrics aus dem Wege zu gehen. Das Schmierloch muß so gebohrt sein, daß man nach Entfernung der kleinen Schrauben i i dasselbe überall mit einem Drahte reinigen kann, im Falle es verstopft sein sollte; bei o ist es durch einen Kork geschlossen, nach dessen Entfernung frisches Oel zugegossen werden kann. Die Schräubchen i i dienen zugleich zum Ablassen des schlechten alten Oeles.

Die Gleitflächen des Achslagerkastens sind mit Messing belegt gedacht. Die Lagerschale besteht ganz aus Messing und ist nicht mit Weißmetall ausgegossen.

## 9. Federn und Balanciers.

Mag eine Bahn noch so gut unterhalten sein, es werden beim Befahren derselben immer Stöße vorkommen; dieselben treten bei den Schienenstößen ein, ferner überall dort, wo die Lagerung der Schwellen nicht ganz vollkommen ist. Diese Stöße treffen zunächst die Räder und werden von diesen durch die Achslager auf den Längsträger, die Maschine und den Kessel übertragen. Je schneller die Locomotive fährt, desto heftiger werden die Stöße und desto zerstörender wirken sie auf Maschine und Bahn. Um die Schädlichkeit dieser Stöße und Unregelmäßigkeiten abzuschwächen, bringt man zwischen Achslager und Längsträger besondere Federvorrichtungen an, und müssen diese um so vollkommener gemacht werden, je schneller die Locomotive fahren soll.

Schlägt Jemand mit einem Hammer wiederholt auf eine Schiene, so wird dieselbe bald zerstört, während sie ein ruhig auf ihr liegendes bedeutend größeres Gewicht, als das des Hammers war, ohne Schaden tragen kann. Wenn der Vergleich auch nicht genau auf die Locomotive anzuwenden ist, so tritt doch eine ähnliche Erscheinung auch hier ein. Die Achsen, Achslager und Räder schlagen bei den einzelnen Stößen wie ein Hammer auf die Schienen, während der Stoß der übrigen Maschinentheile zunächst die Federn trifft und biegt, auf der Schiene aber nur als größere auf ihr ruhende Last zur Wirkung kommt. Ein anderer Vergleich wird die Abschwächung der schädlichen Wirkung, welche das Gewicht des Kessels ꝛc. auf die Schienen ausübt, durch die Federn noch deutlicher machen.

Ein schwacher Schlag mit einem Hammer auf eine Glastafel genügt, diese zu zersprengen; legt man jedoch auf die Glastafel einen federnden Gegenstand, etwa einen Gummiball, und schlägt auf diesen, so ist der Schlag oder das Gewicht des Hammers schon bedeutend zu verstärken, ehe obige Wirkung eintritt. Setzen wir an Stelle des Hammers den Kessel der Locomotive, für den Gummiball und die Glastafel die Federn und die Schienen, so stimmt der Vergleich mit dem vorliegenden Falle. Es ist aus dieser Betrachtung einestheils ersichtlich, wie sehr man Grund hat, die Gewichte der Achsen, Achslager und Räder recht klein zu machen, anderntheils aber auch, wie der Einfluß, welchen das ganze Gewicht der Locomotive auf die Dauer der Schienen hat, nicht so erheblich ist, wie meistens angenommen wird, vorausgesetzt, daß die Federanordnung zweckmäßig und gut ausgeführt ist.

Die Anordnung und Form der Tragfedern sind sehr verschieden; als Material zu denselben wird in Deutschland unseres Wissens nur Stahl benutzt. Von der vereinzelten Anwendung von Schneckenfedern, wie wir solche bei den Buffern kennen gelernt haben, abgesehen, bestehen die Federn nur aus aufeinandergelegten Stahlblechen. Die Längen der einzelnen zu einer Feder gehörenden

Stahlbleche sind verschieden (wir werden später noch auf die Bestimmung derselben zurückkommen), die Länge der ganzen Feder schwankt meist zwischen den Grenzen von 750 bis 1100 mm. Es ist zu empfehlen, die Federn recht lang zu machen, da die Durch=

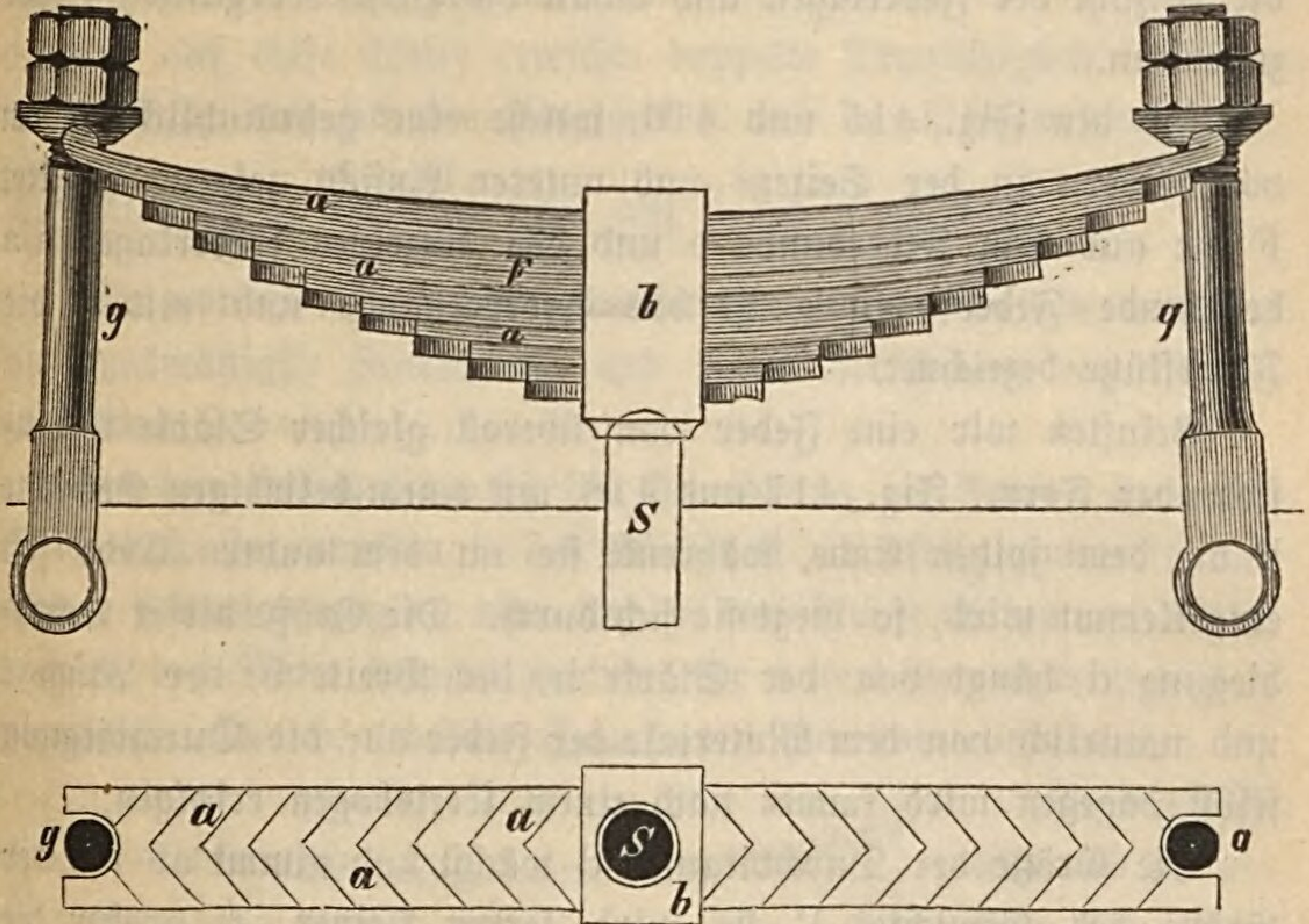



Fig. 415 u. 416.

biegung mit dem Quadrate der Längen zunimmt, das will sagen, daß bei Stößen eine Feder von der doppelten Länge sich viermal, bei der dreifachen Länge neunmal stärker durchbiegt als eine Feder, deren Länge zu 1 angenommen wird. Mit der größeren Durchbiegung der Feder bei Stößen nimmt aber auch die schädliche Einwirkung der letzteren auf die

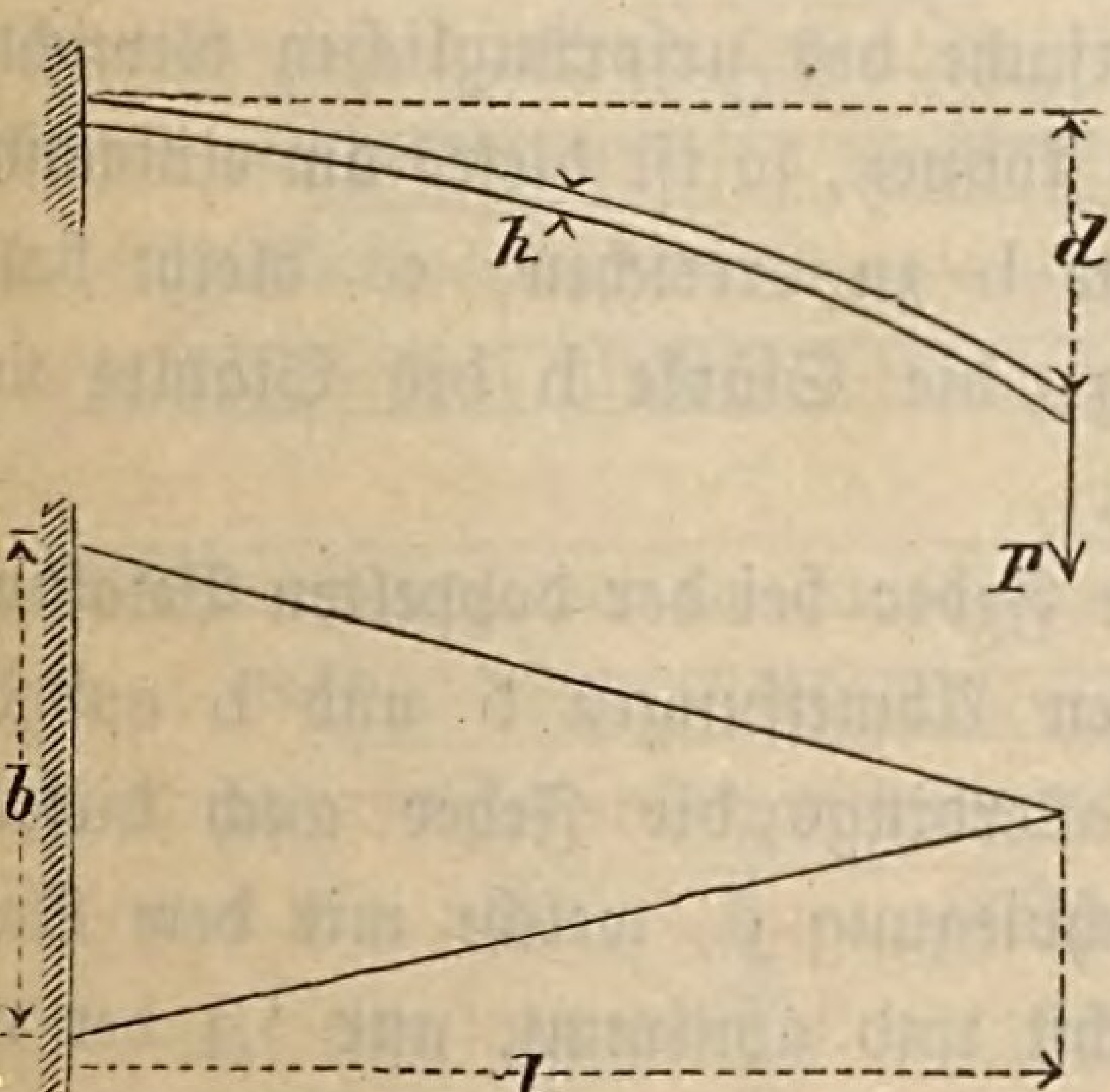



Fig. 417 u. 418.

Schienen und die ganze Locomotive ab; obige Empfehlung, diese Durchbiegung durch Anwendung langer Federn recht groß zu machen, ist daher sehr gerechtfertigt. Leider verbietet oft die ganze Anlage, die Federn recht lang zu machen; so muß z. B. mit der Länge die Anzahl der Federlagen und damit die Höhe der ganzen Feder zunehmen.

In den Fig. 415 und 416, welche eine gebräuchliche Form von Federn in der Seiten- und unteren Ansicht zeigen, bedeutet F die aus dem Federbunde b und den einzelnen Federlagen a a bestehende Feder, mit g ist das Federgehänge und mit S die Federstütze bezeichnet.

Belasten wir eine Feder von überall gleicher Stärke h umstehender Form, Fig. 417 und 418, mit einem beliebigen Gewichte P an dem spitzen Ende, während sie an dem andern Ende fest eingeklemmt wird, so biegt sie sich durch. Die Größe dieser Durchbiegung d hängt von der Stärke h, der Breite b, der Länge l und natürlich von dem Materiale der Feder ab; die Durchbiegung selbst dagegen wird immer nach einem Kreisbogen erfolgen.

Die Größe der Durchbiegung d wächst und nimmt ab mit der Größe des Gewichtes P, sie wird ferner kleiner, je größer die Breite b wird. Soll eine vorhandene Feder stärker gemacht werden, soll sie z. B. das zweifache des ursprünglichen Gewichtes mit derselben Sicherheit tragen können, so ist dieses am einfachsten durch Verdoppelung der Breite b zu erreichen; es bleibt dabei die Größe d der Durchbiegung, die Stärke h des Stahles und die Länge l der Feder dieselbe.

Wenn wir die Länge l der Feder bei der doppelten Belastung unter Beibehaltung der anderen Abmessungen b und h auf die Hälfte vermindern, so behält allerdings die Feder auch dieselbe Stärke, es wird aber die Durchbiegung d, welche mit dem Quadrate der Länge der Feder wächst und abnimmt, nur $^1/_4$ der ursprünglichen Größe d bleiben und damit die Wirksamkeit der Feder sehr vermindert werden.

Man kann die Aufgabe auch noch durch Vergrößerung der Dicke h der Feder lösen. Die Stärke der Feder wächst mit dem Quadrate dieser Dicke, so daß man sie nur um das 1,4fache etwa zu vergrößern braucht, um die doppelte Stärke zu erhalten, denn $1{,}4 \times 1{,}4$ ist fast gleich 2.

Die auf diese Weise erreichte doppelte Tragfähigkeit hat aber im Gefolge, daß sich die Biegsamkeit und damit die ursprüngliche Durchbiegung d auf $\frac{d}{1{,}4}$ oder auf 0,7 d vermindert.

Wir werden nach diesen Betrachtungen im Stande sein, uns über die zweckmäßigste Einrichtung und Form der Federn ein Urtheil zu bilden.

Bei den Locomotiven ist die Anordnung der Federn stets derartig, daß sie entweder in der Mitte fest unterstützt und an beiden Enden heruntergezogen, oder daß sie an beiden Enden unterstützt und in der Mitte belastet werden; für unsere Betrachtungen ist es einerlei, welche von beiden Federsorten wir vor uns haben.

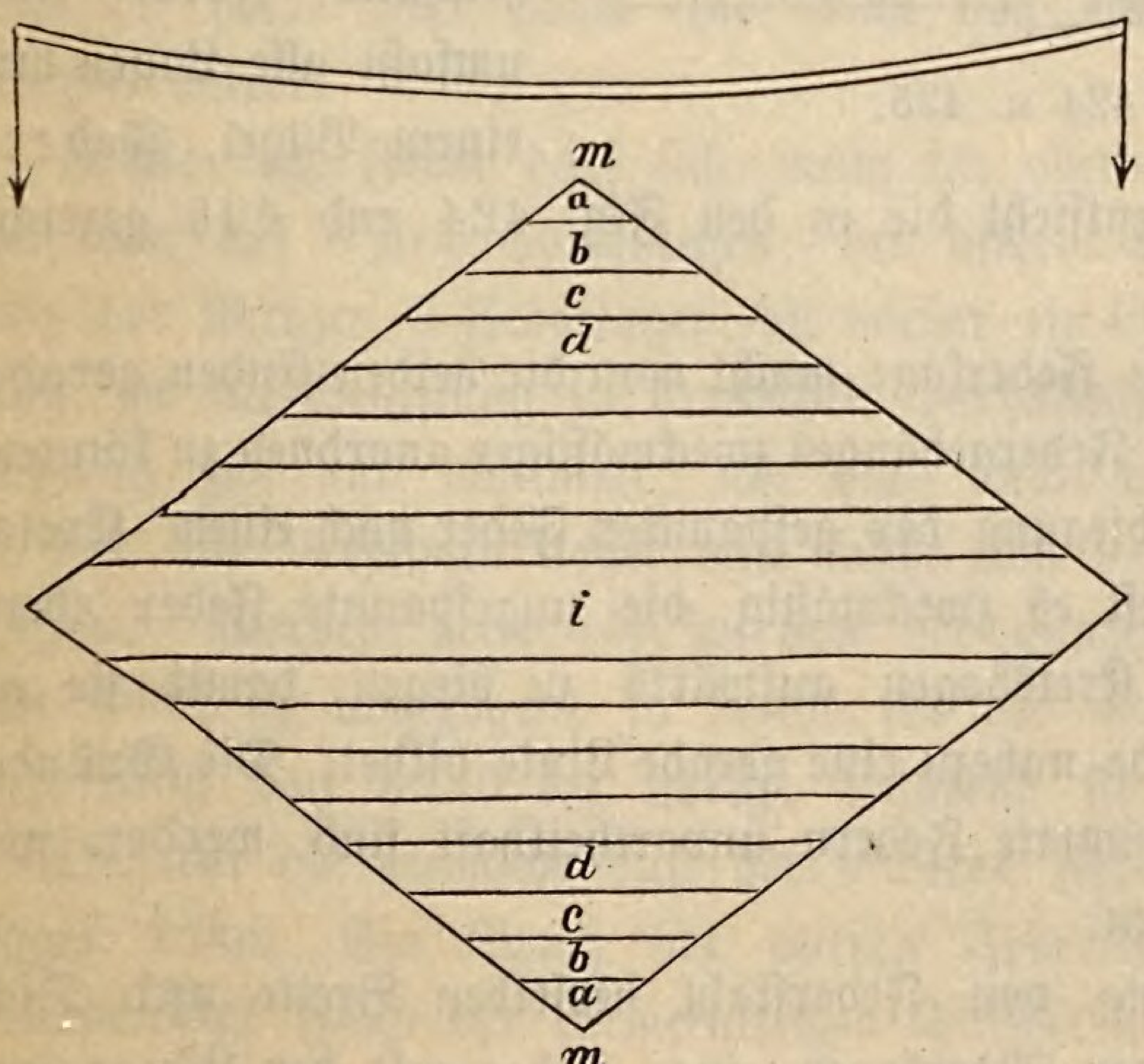



Fig. 419 u. 420.

Die im Aufrisse und Grundrisse Fig. 419 und 420 gezeichnete Feder würde den an sie gestellten Anforderungen genügen, wenn nicht die große Breite m m hinderlich wäre. Diese Breite wird dadurch beseitigt, daß man die Feder in

mehrere gleich breite Streifen a a, b b, c c, d d, . . . schneidet und diese nicht neben, sondern über einander legt.

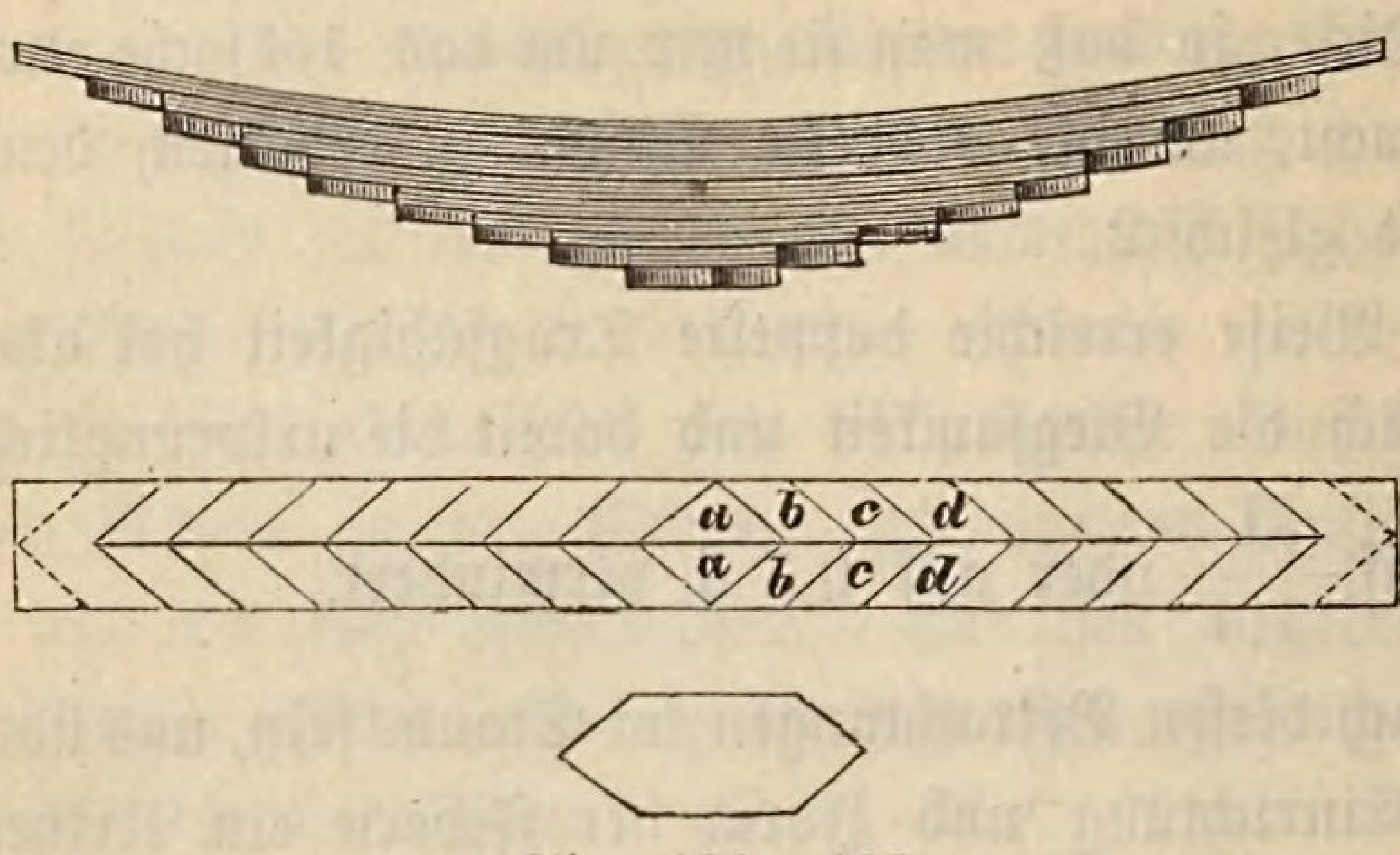



Fig. 421—423.

Damit die einzelnen Streifen und Lagen der so entstandenen Feder, Fig. 421 und 422, sich nicht verschieben können, macht man die zu einander gehörenden Streifen a a, b b, . . . aus einem Stücke, giebt der unteren Federlage die in Fig. 423 gezeichnete Form und umfaßt alle Lagen mit einem Bügel, Federbund, B und so entsteht die in den Fig. 424 und 425 gezeichnete Feder.

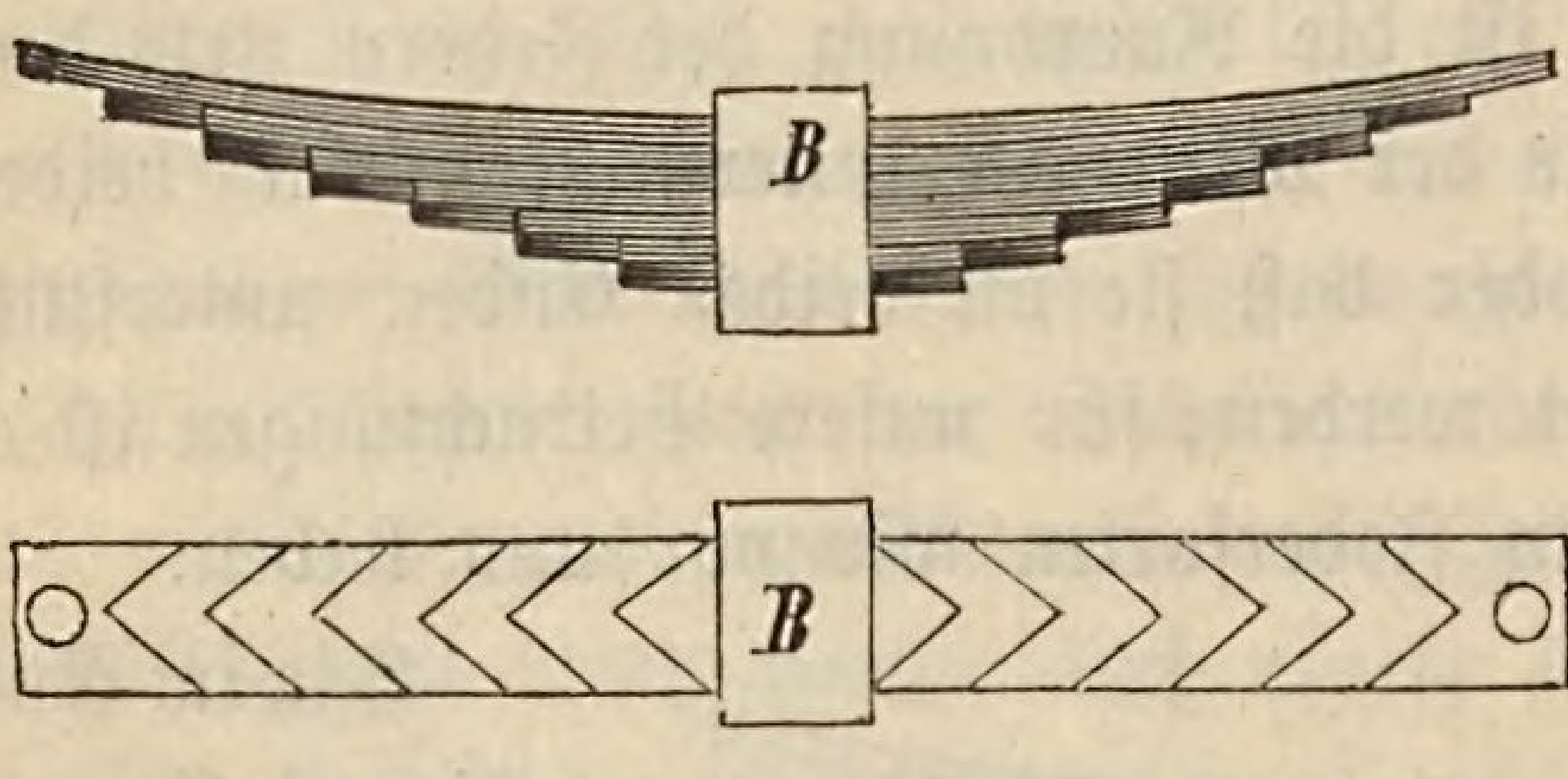



Fig. 424 u. 425.

Bei der oberen Federlage macht man die beiden Enden gerade, um den Angriff des Federgehänges zweckmäßiger anordnen zu können.

Da die Durchbiegung der gespannten Feder nach einem Kreisbogen erfolgt, so ist es zweckmäßig, die ungespannte Feder ebenfalls nach einem Kreisbogen aufwärts zu biegen, damit sie im gespannten Zustande nahezu eine gerade Linie bildet. Die Gründe, weshalb stark gekrümmte Federn unvortheilhaft sind, werden wir später kennen lernen.

Bei Anwendung von Federstahl derselben Breite und Dicke wird die Anzahl der Federlagen einer Feder mit der Länge und der Belastung derselben wachsen und abnehmen. Die Größe der

Durchbiegung wird, unter Berücksichtigung des Umstandes, daß mit der Länge der Feder bei gleicher Belastung die Anzahl der Federlagen zunehmen muß, mit dem Quadrate der Länge wachsen und abnehmen.

In demselben Maße, wie man die Breiten der einzelnen Federlagen vergrößert, kann man deren Anzahl vermindern.

Bei Anwendung von dickerem oder dünnerem Federstahl ist die Anzahl der Federlagen im Verhältniß des Quadrates dieser Stärken zu vermehren oder zu vermindern. Die größte zuläßige Durchbiegung bis zum Bruche der Feder vermindert sich mit dem Quadrate des Verhältnisses, wie die Stärken der einzelnen Federlagen zunehmen. Der letzte Satz zeigt deutlich, welch' großen Fehler man begeht, wenn man die obere Federlage stärker anordnet als die übrigen. Haben wir z. B. eine Feder mit 10 einzelnen Federlagen, die je 10 mm stark sind, und beträgt die Durchbiegung bei der stärksten zuläßigen Belastung von 4000 kg 64 mm, so würde diese Feder bedeutend verschwächt werden, wenn man die obere Lage durch eine solche von etwa 20 mm Stärke ersetzen würde.

Diese neue Feder darf sich, wenn die obere Lage nicht brechen soll, nur auf 8 mm durchbiegen; bei dieser Durchbiegung wird jede der übrigen 9 Federlagen, die vorher ein Gewicht von 400 kg trug, da die Belastung in demselben Verhältnisse wie die Durchbiegung zu- und abnimmt, nur eine solche von $^{400}/_{8}$ oder von 50 kg, alle 9 Federn daher eine solche von 9·50 gleich 450 kg tragen. Werden diese 450 kg von der ganzen Belastung, also von 4000 kg abgezogen, so bleibt für die obere Federlage eine Belastung von 3550 kg übrig, während sie bei der doppelten Stärke nur die vierfache Last der anderen Federn, d. i. 1600 kg tragen kann. Ein Bruch der oberen Federlage wird also die nothwendige Folge der vermeintlichen Verstärkung sein.

Man hat den Federn oft, wie in Fig. 426 gezeichnet, doppelte Krümmungen gegeben; es ist dies nicht zu empfehlen, da bei solchen

Federn nach der Belastung die einzelnen Federlagen nicht fest auf einander liegen bleiben, sondern klaffen.

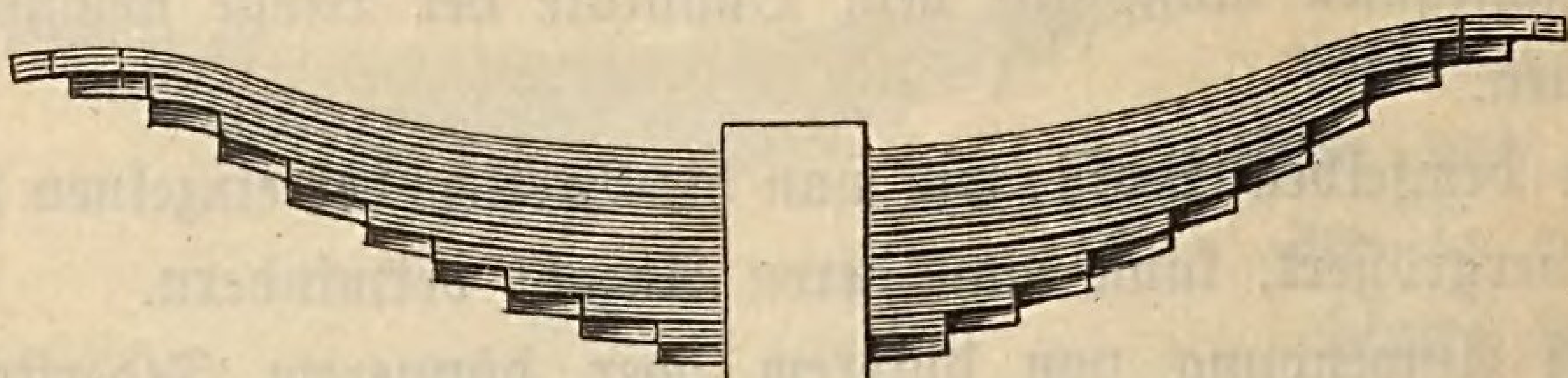


Fig. 426.

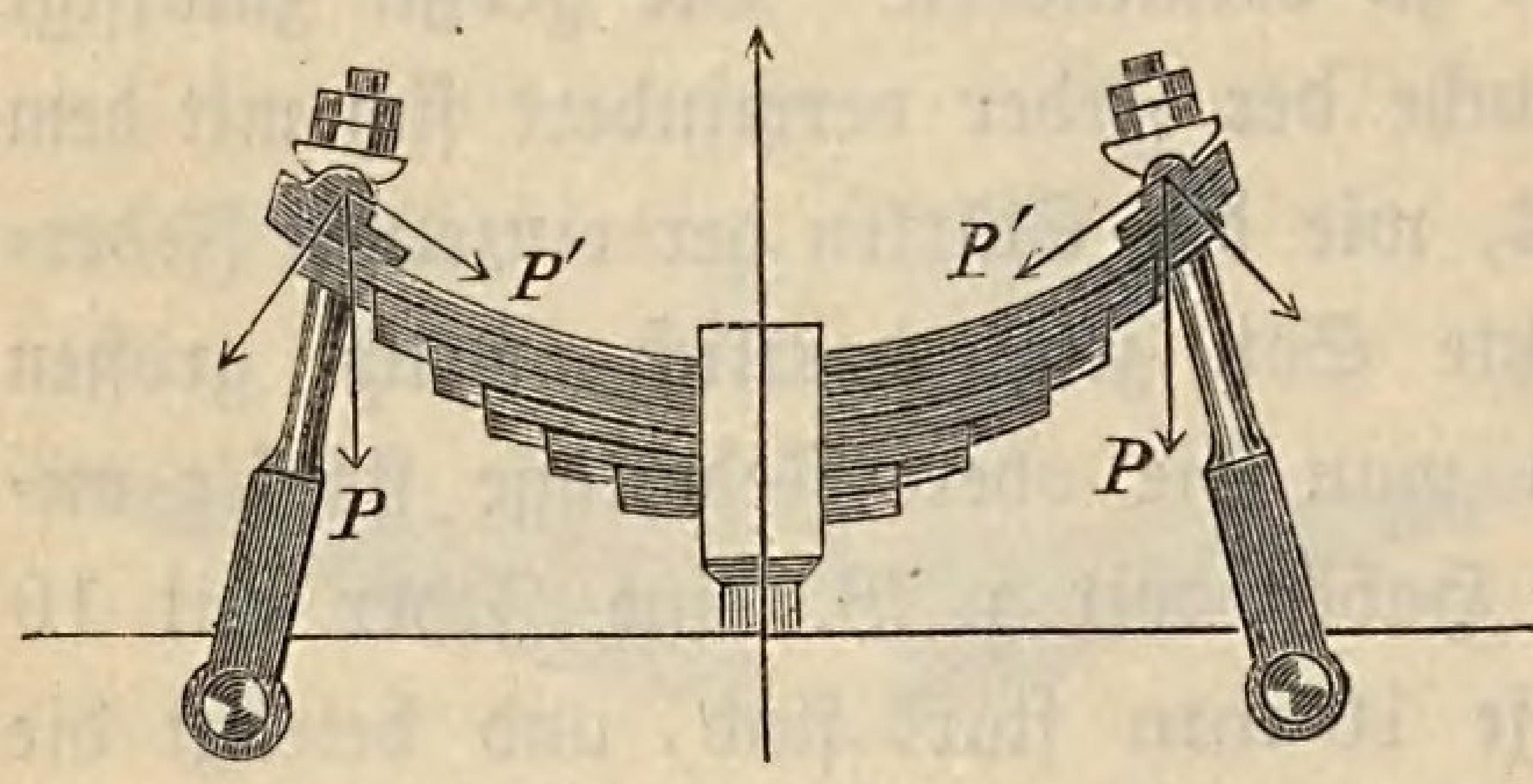



Fig. 427.

Biegt man die Federn, wie in Fig. 427, zu stark, so wird ein Stoß, welcher die Feder trifft, diese nicht allein in den Richtungen der Kraft P zu biegen, sondern auch in den Richtungen der Kraft P′ zu stauchen suchen. Diese Kraft P′, die bei recht flach gebogenen Federn fast ganz verschwindet, ist die Veranlassung vieler Federbrüche und der meisten Brüche der Federgehänge.

Fig. 428 zeigt den Querdurchschnitt der gebräuchlichsten Sorte von Federstahl; es kommen Abweichungen in der Stärke von 10 mm bis 20 mm und in der Breite von 78 bis 105 mm häufig vor; noch schwächere oder stärkere Sorten, als diese Grenzwerthe bezeichnen, finden sich nur selten. Fig. 428 zeigt bei a eine Vertiefung, bei a′ eine Erhöhung des Stahles, beide passen in einander und verhindern die seitliche Verschiebung der einzelnen Federlagen gegen einander.

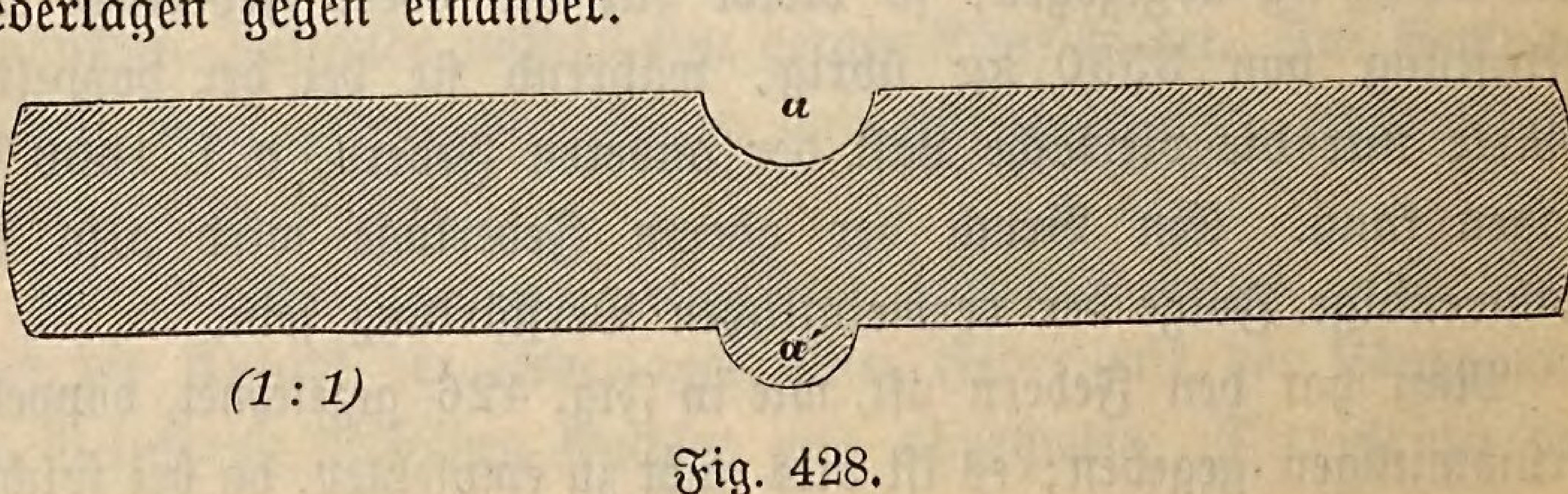



Fig. 428.

Die Rippe a′ wird nebst der Rille a auch fortgelassen, da sie die Biegsamkeit des Stahles beeinträchtigt und zu Federbrüchen Anlaß geben soll.

Wir führten schon an, daß die einzelnen Federlagen durch einen Bügel, Federbund, umfaßt werden; derselbe wird warm um die Federblätter gezogen, damit er diese, wenn er sich beim Erkalten zusammengezogen hat, fest umfaßt und zusammenzieht. Um noch sicherer eine Verschiebung der Federblätter in der Längenrichtung derselben zu verhindern, durchbohrt man sie wohl in der Mitte mit dem Bügel, Fig. 429, und treibt einen Stift ein.



(1 : 12)
Fig. 429.

Die Arten, das Federgehänge angreifen zu lassen, sind sehr verschieden, die Fig. 430 und 431 zeigen eine ältere Anordnung. Auf die obere Lage 1 der Feder ist eine besondere, mit einem Wulst a versehene Platte p gelegt; auf diesem Wulste ruht die mit einer entsprechenden Nuthe versehene Unterlagscheibe c für die Muttern m des Federgehänges D. Es ist zu empfehlen, das Loch für das Federgehänge D in der Feder und der Platte p nicht zu klein, am besten etwas länglich zu machen (Fig. 431), damit beim Spiel der Feder das Gehänge nicht anstößt und in Folge dessen bricht. Die lose auf die Feder gelegte Platte p wird auf dieser nur durch die Reibung festgehalten, sie verschiebt sich daher leicht und um so leichter, je mehr die Feder gekrümmt ist; man hat sie daher neuerdings meist beseitigt und den Wulst a gleich an der oberen Federlage selbst angebracht.

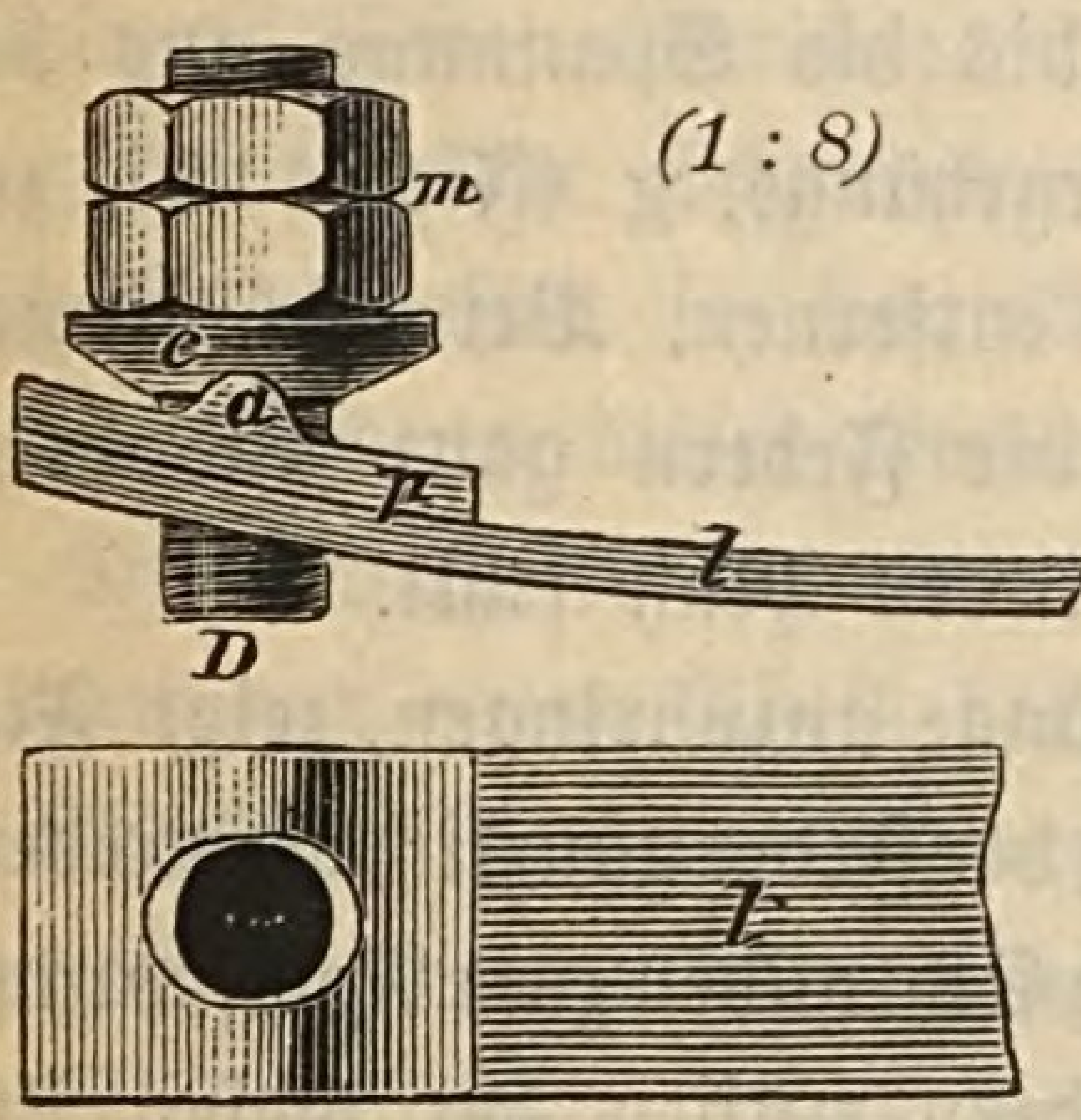



Fig. 430 u. 431.

Fig. 432, 433 und 434 zeigen verschiedene Anordnungen, von denen die Fig. 433 nicht zu empfehlen ist, weil sie eine besondere Schweißung der oberen Federlage nöthig macht. Fig. 434 hat neben der Beseitigung dieser Schweißung den Vorzug, daß

der Wulst a und damit das Auflager für die Unterlagscheibe größer wird.

In Fig. 434 ist das Ende des Federstahles einfach umgekröpft und dadurch der Wulst a gebildet; diese Art bedingt, daß das Loch für das Federgehänge (Fig. 416) am äußeren Ende offen bleibt, so daß also schon beim Brechen einer Federstütze die ganze Feder verloren gehen kann, wenn die Einrichtung des Federbügels solches nicht verhindert. Als Vortheile sind anzuführen, daß die Feder meist länger angeordnet werden kann als bei den anderen Anordnungen, und daß bei der Auswechselung die Muttern nur so weit gelöst zu werden brauchen, bis die Spannung aus der Feder ist; man kann darauf die Federgehänge, g (Fig. 415), zurückdrücken und die Feder nach der Seite entfernen. Bei geschlossenen Löchern für die Federgehänge müssen die Federn ganz aus demselben herausgehoben werden, wozu oft der Platz fehlt.

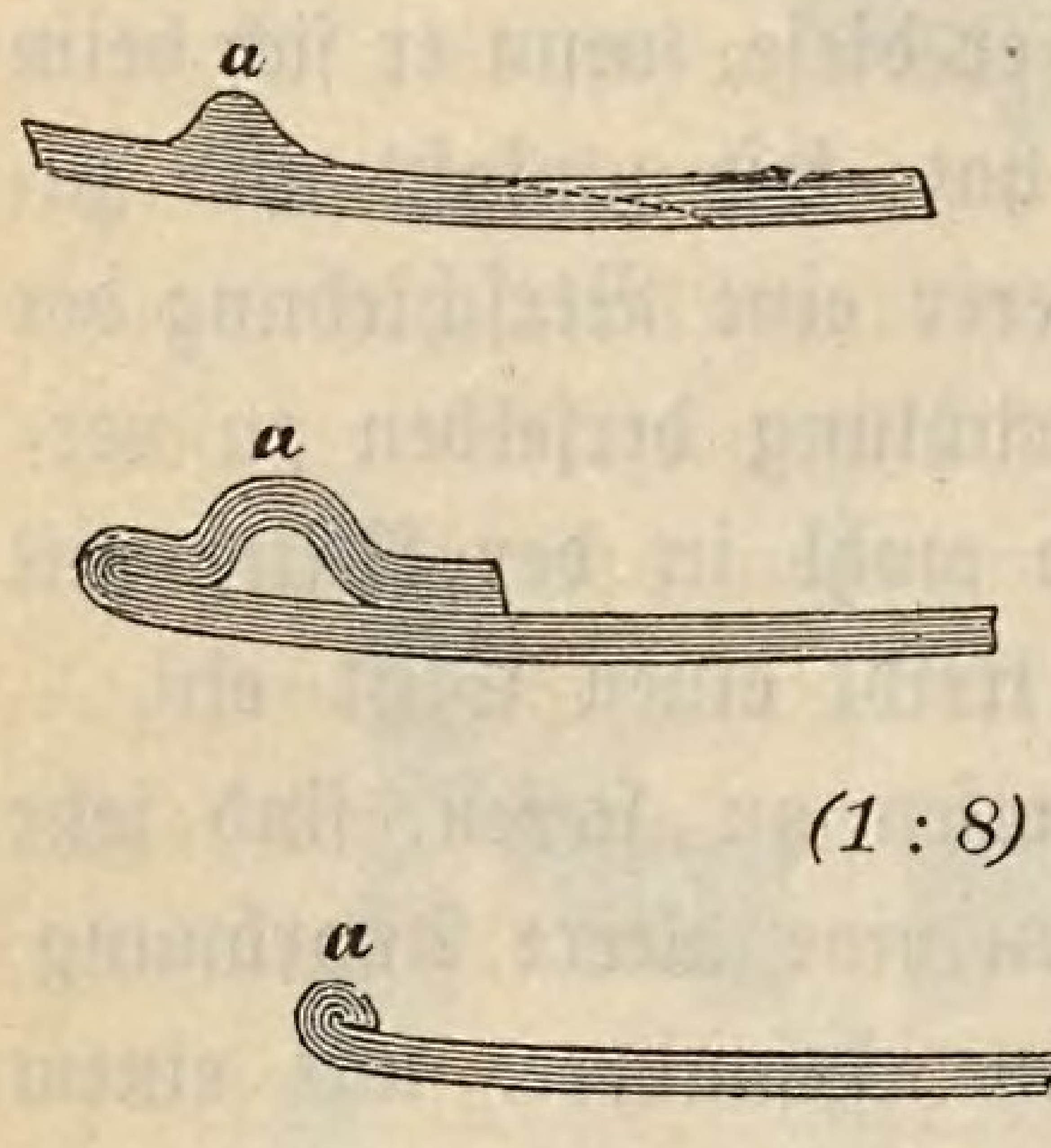


Fig. 432—434.

Noch eine andere Art, die Federgehänge anzubringen, zeigt Fig. 435; es ist bei derselben die Durchlochung der Feder gänzlich vermieden. Die Schrauben zum Nachspannen der Federn müssen bei dieser Anordnung unten angebracht werden, was auch ohne besondere Schwierigkeiten zu machen ist; man findet jedoch viele Maschinen, bei welchen auf eine solche Nachspannung überhaupt keine Rücksicht genommen ist.

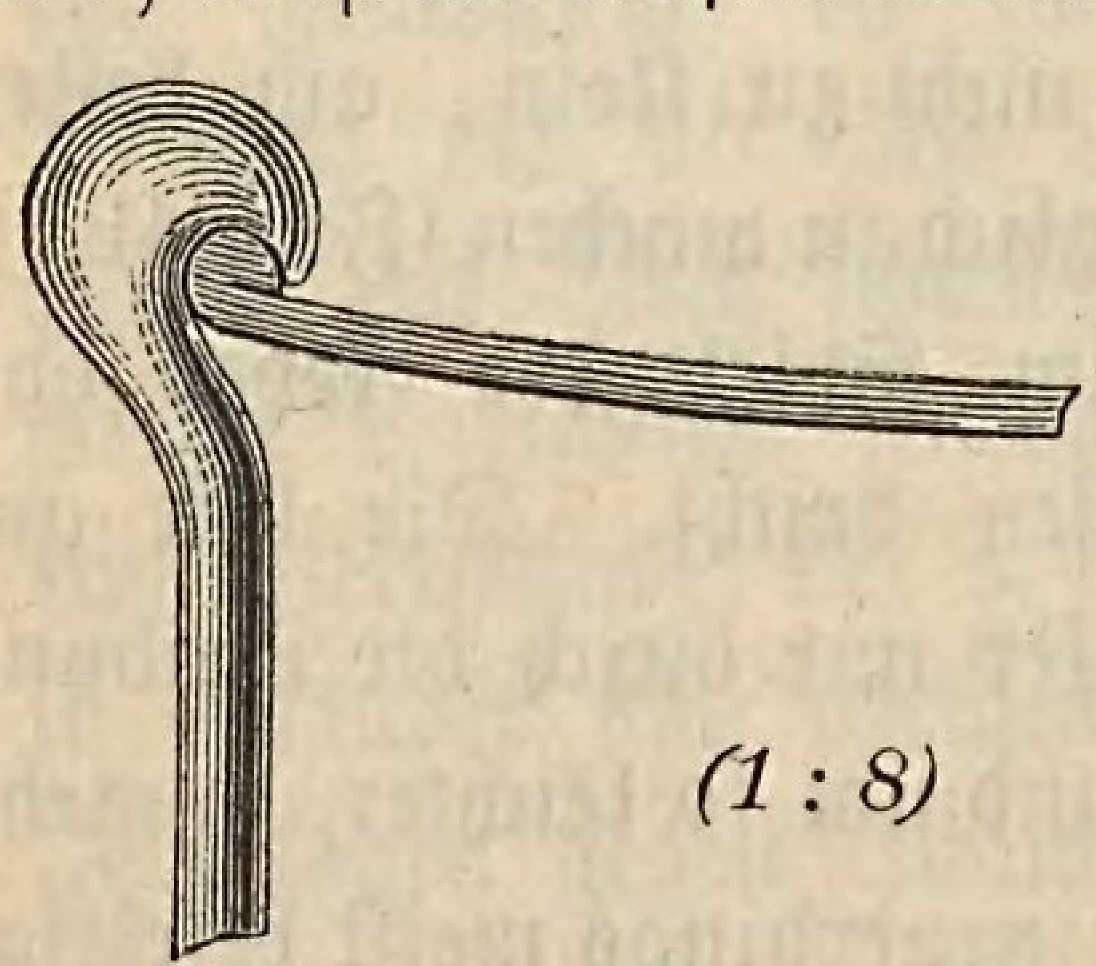


Fig. 435.

In den technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen wird für die Unterstützung der Locomotiven eine solche Anordnung empfohlen, bei welcher, unter Anwendung von Balanciers, die Stützung auf drei Punkten erfolgt.

Giebt man jedem Achslager eine besondere Feder und befestigt die Federgehänge an dem Längsträger, so ist die Locomotive offenbar ebenso oft unterstützt, als sie Achslager besitzt, bei einer Maschine mit drei Achsen also sechsmal. Jeder Stoß der Schienen wird durch das Rad und die Achse auf das nächste Achslager und die zugehörige Feder übertragen, diese ist also so stark zu machen, daß sie denselben ganz aufnehmen und verarbeiten kann. Werden die zunächst liegenden Federgehänge g g′, Fig. 436, zweier benachbarter Federn F und F′, durch einen Balancier B, welcher um den festen Drehpunkt d schwingt, verbunden, so wird der Stoß, welcher ein Rad trifft, allerdings auch zunächst auf die zugehörige Feder übertragen. Diese wird selbst und mit ihr werden die Federgehänge stärker angespannt, es wird sich dadurch der Balancier schief stellen und einen Theil des Druckes auf die benachbarte Feder übertragen. Wird bei einer Unebenheit der Bahn oder bei starkem Schwanken der Locomotive umgekehrt eine Feder plötzlich entlastet, so bewirkt gleichfalls der Balancier, daß das nächste Rad an dieser Entlastung Theil nimmt.

Die Vortheile der Einrichtung liegen auf der Hand. Da die Federn nur einen Theil der Stöße aufzunehmen haben, so können sie schwächer sein und werden dadurch biegsamer. Einseitige plötzliche Entlastungen eines einzelnen Rades kommen nicht vor, und die Mehrbelastung eines Rades bei Stößen wird auf das nächste Rad mit übertragen; es wird also sowohl die Gefahr der Entgleisung, wie die eines Achsbruches durch Anbringung eines Balanciers verringert.

Statt, wie in Fig. 436, für die Achslager besondere Federn anzuwenden und diese durch einen Balancier zu verbinden, kann man auch (Fig. 437) einen Balancier, B und B′, über jedes Achslager legen und die Gehänge g g′ derselben durch eine sogenannte Balancier-Feder F, welche ihren Drehpunkt in d hat, verbinden. Die beiden Balanciers B B′ der letzten Figur findet man oft zu einem einzigen, B (Fig. 438), vereinigt; die Feder-

stützen s s suchen denselben in die Höhe zu drücken, während er durch die Gehänge g g und die Feder F nach unten gezogen wird. Während bei der vorigen Anordnung nur ein Theil der Belastung der Achslager durch die Gehänge g auf die Feder übertragen wurde, hat dieselbe hier die ganze Last zu tragen, sie muß also auch bedeutend stärker sein.

Man darf nicht unterlassen, das Loch für den Drehzapfen d in der Stütze S länglich zu machen, da der Balancier bei der Fahrt nicht nur eine um diesen Zapfen schwingende Drehung annimmt, sondern sich auch aufwärts und abwärts bewegt.

Bei starken Maschinen mit größeren Rädern fehlt oft, wenn man den Kessel nicht sehr hoch legen will, oberhalb der Achslager der Platz sowohl zur Anbringung von Federn als auch von Balanciers; man ist dann gezwungen, die Federn unter die Achslager zu legen; Fig. 440 zeigt eine solche Anordnung. Abgesehen davon, daß die Achslager bei dieser Anordnung, wie wir früher gesehen haben, weniger einfach und unvortheilhafter werden, ist es auch nicht angenehm, daß die Federgehänge gedrückt statt gezogen werden, sie stellen sich dadurch leicht schief und die Federn schleifen an den Rädern.

Liegen die Achsen so nahe bei einander, daß sie nicht ohne Anwendung sehr kurzer Federn in angedeuteter Weise durch einen Balancier verbunden werden können, so kann man sich oft durch die in Fig. 439 dargestellte Anordnung helfen.

Bei derselben übt der bei c auf den Balancier c d mit dem Drehpunkte o nach aufwärts gerichtete halbe Druck der Achse A — der ganze Druck beträgt 2 p, von denen 1 p bei c auf den Balancier, und 1 p auf die Feder bei a drückt — eine Pressung auf den Federbund bei o aus, welcher die Feder bei dem Hebelverhältnisse c o = 2 d o mit 2 p niederdrückt. Dieser Druck 2 p vertheilt sich auf die beiden Endpunkte a und b der Feder, so daß diese demnach durch den Balancier mit der gleichen Kraft p auf die Achse A niederdrückt, mit welcher diese die Feder bei a aufwärts drückt.

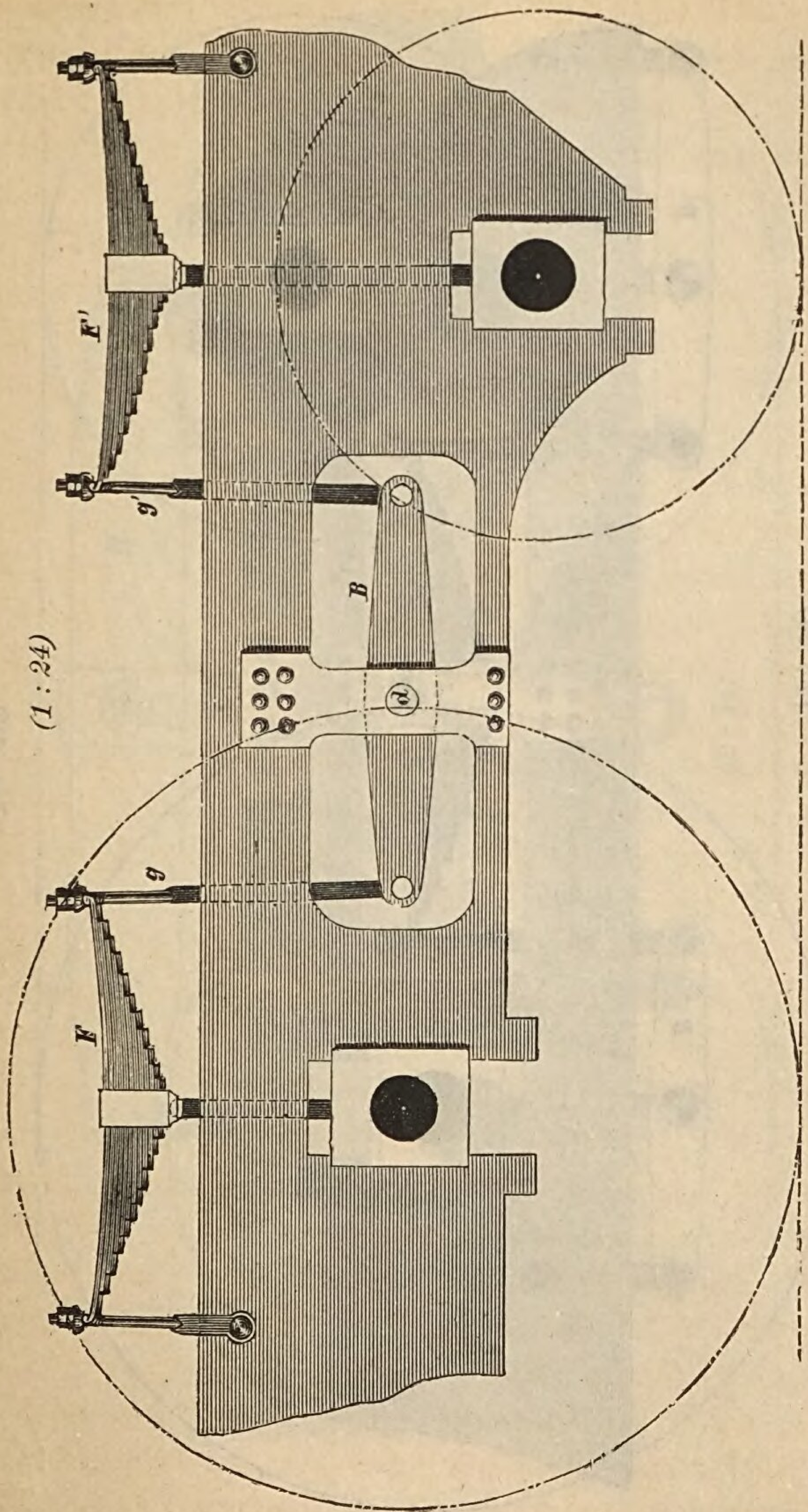
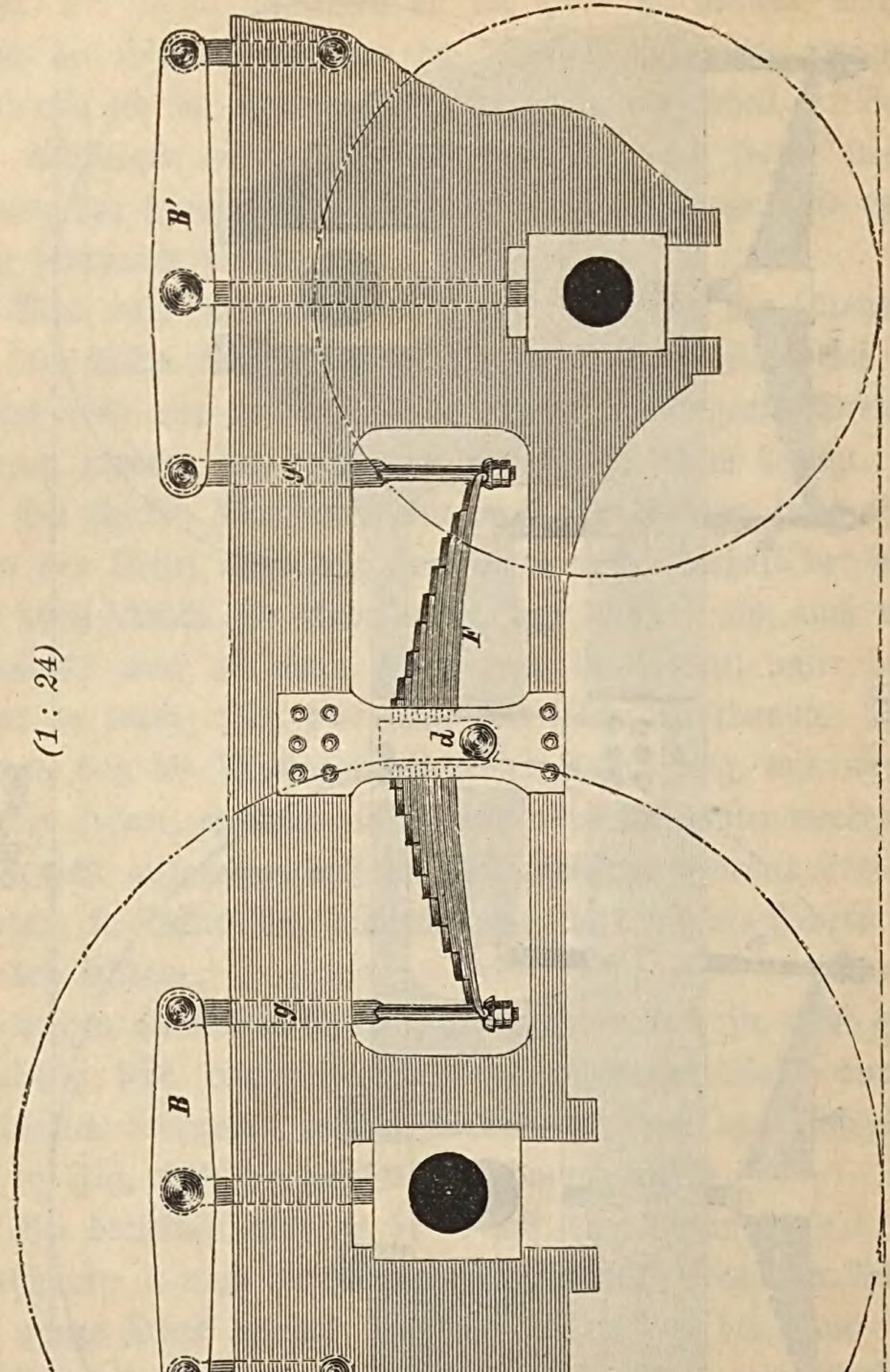
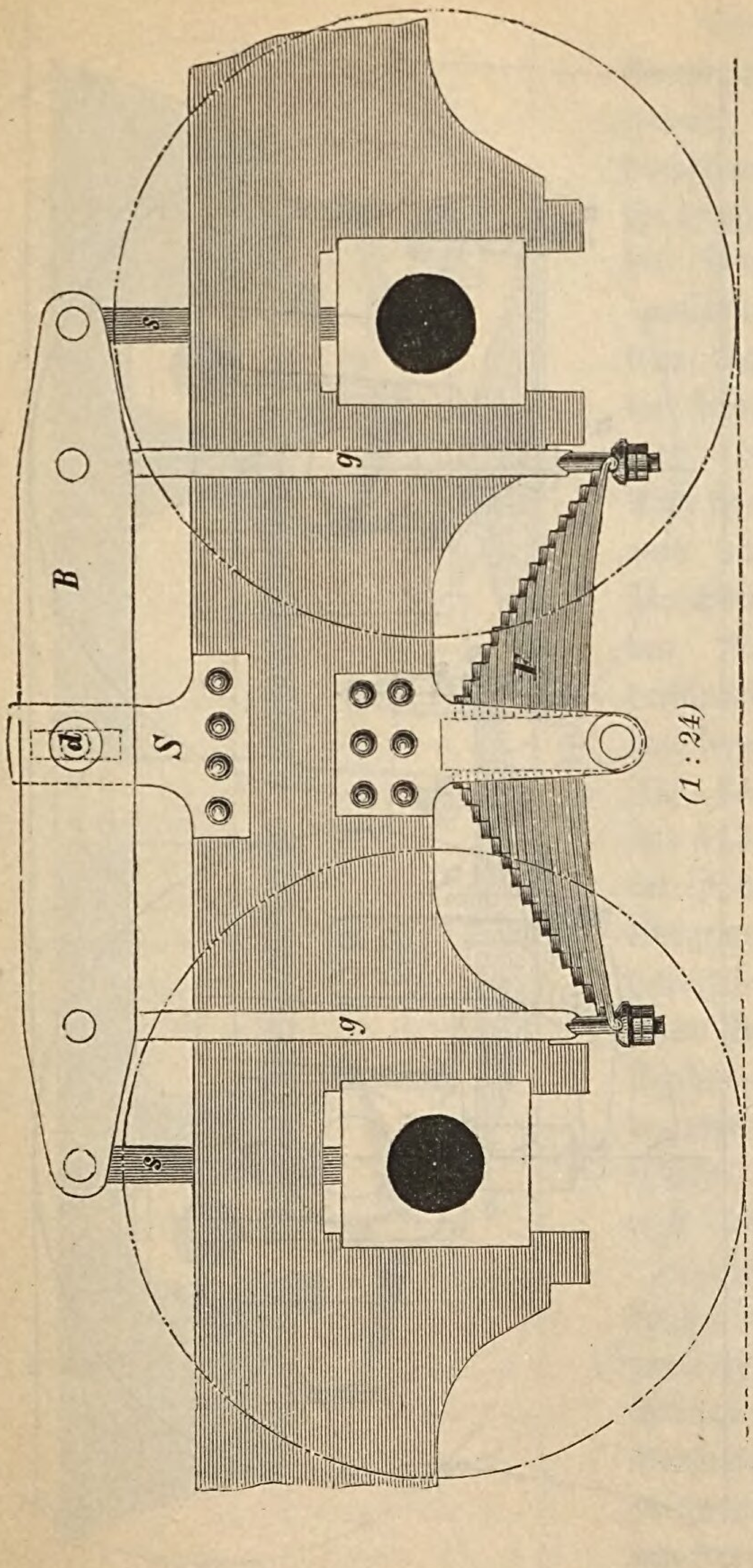



Fig. 436.




(1 : 24)

Fig. 437.




(1 : 24)

Fig. 438.

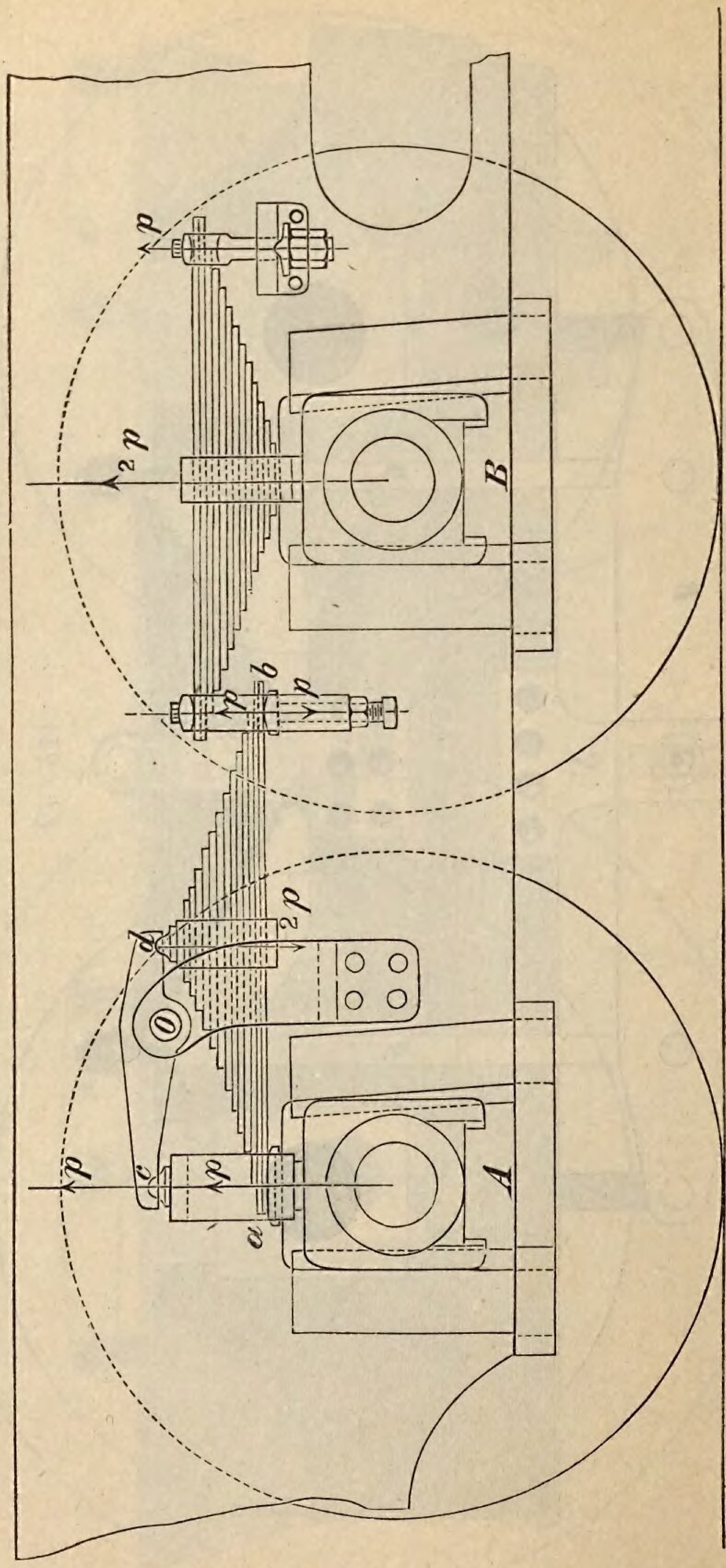



Fig. 439.

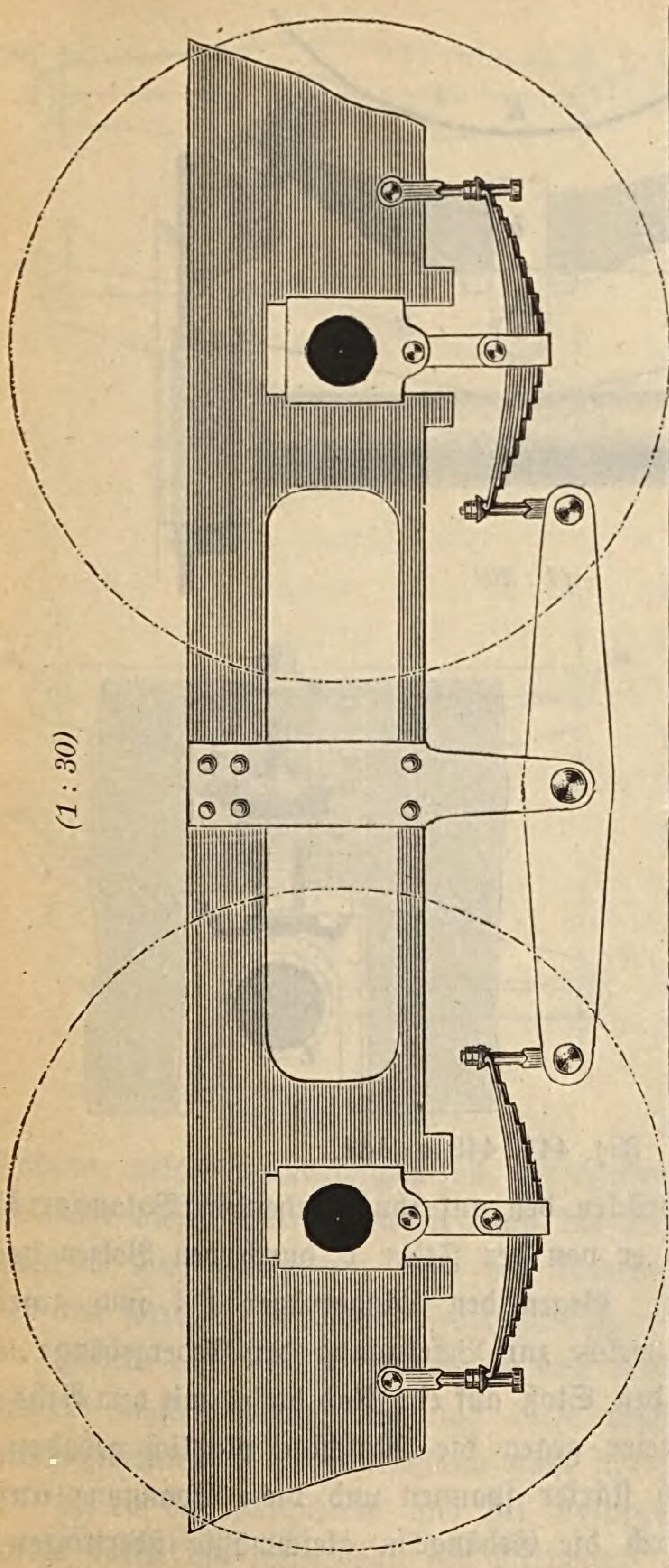



Fig. 440.

Statt die Spannung der Federn zweier benachbarter Räder an einer Seite der Locomotive auszugleichen, kann man auch die beiden Federn derselben Achse durch einen quer unter der Maschine liegenden Balancier verbinden, oder man kann, wie in Fig. 441, 442 und 443 gezeichnet ist, denselben eine gemeinschaftliche Feder F mit einem Balancier B geben. Es würde uns zu weit führen, alle die noch möglichen Anordnungen einzeln anzuführen u. zu vergleichen, es mag die Beschreibung der zuletzt angegebenen Art genügen.

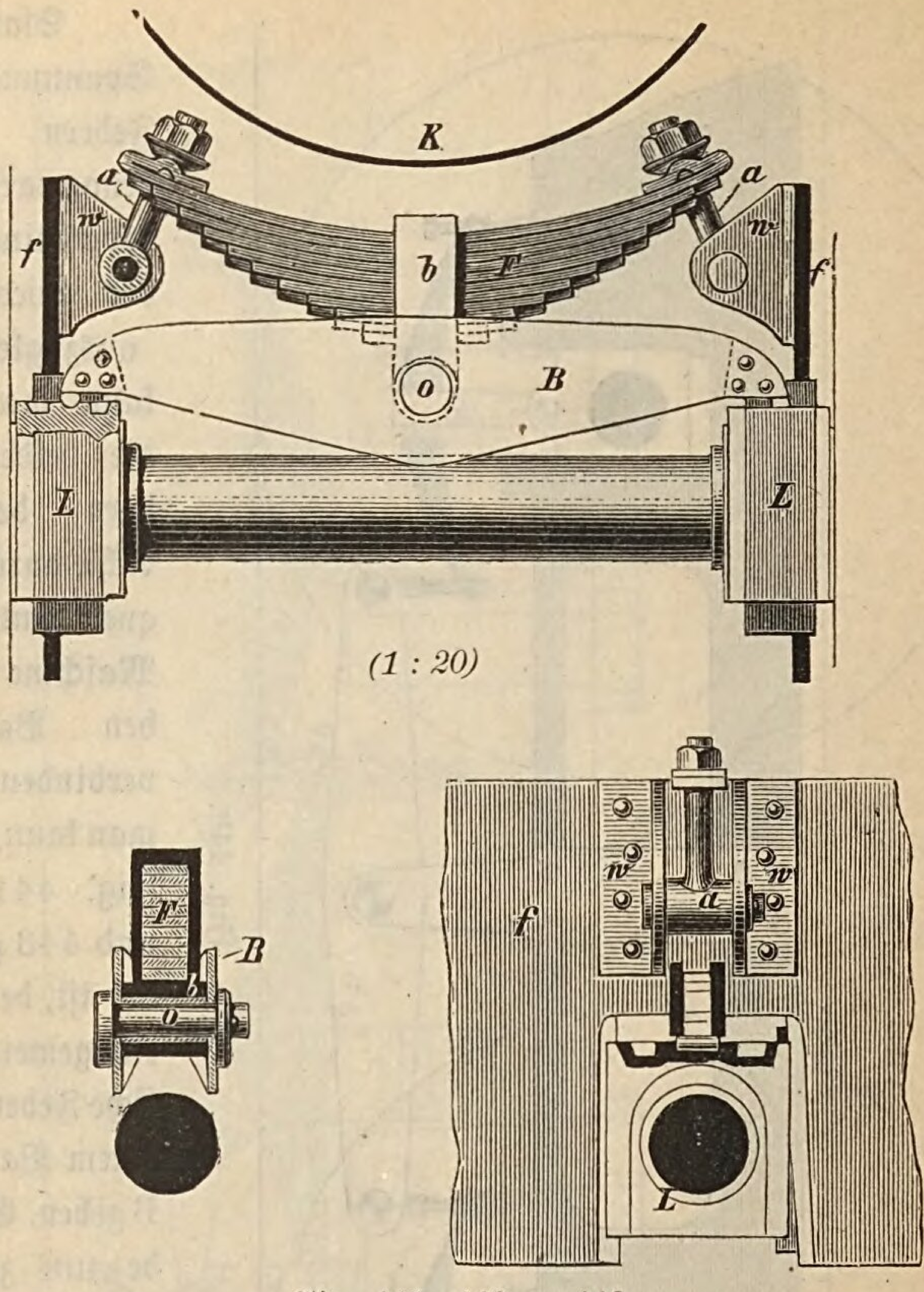



Fig. 441, 442 u. 443.

Die Achslager L drücken den auf ihnen ruhenden Balancier B in die Höhe, während er von der Feder F durch den Bolzen bei o niedergehalten wird. Gegen den Längsträger f f sind zwei Winkel w w genietet, welche zur Befestigung der Federgehänge a dienen. Wird durch den Stoß auf ein Rad dieses mit dem Achslager und dem Balancier gegen die Maschine plötzlich gehoben, so wird die Feder sich stärker spannen und diese Spannung auf beide Längsträger durch die Gehänge a gleichmäßig übertragen.

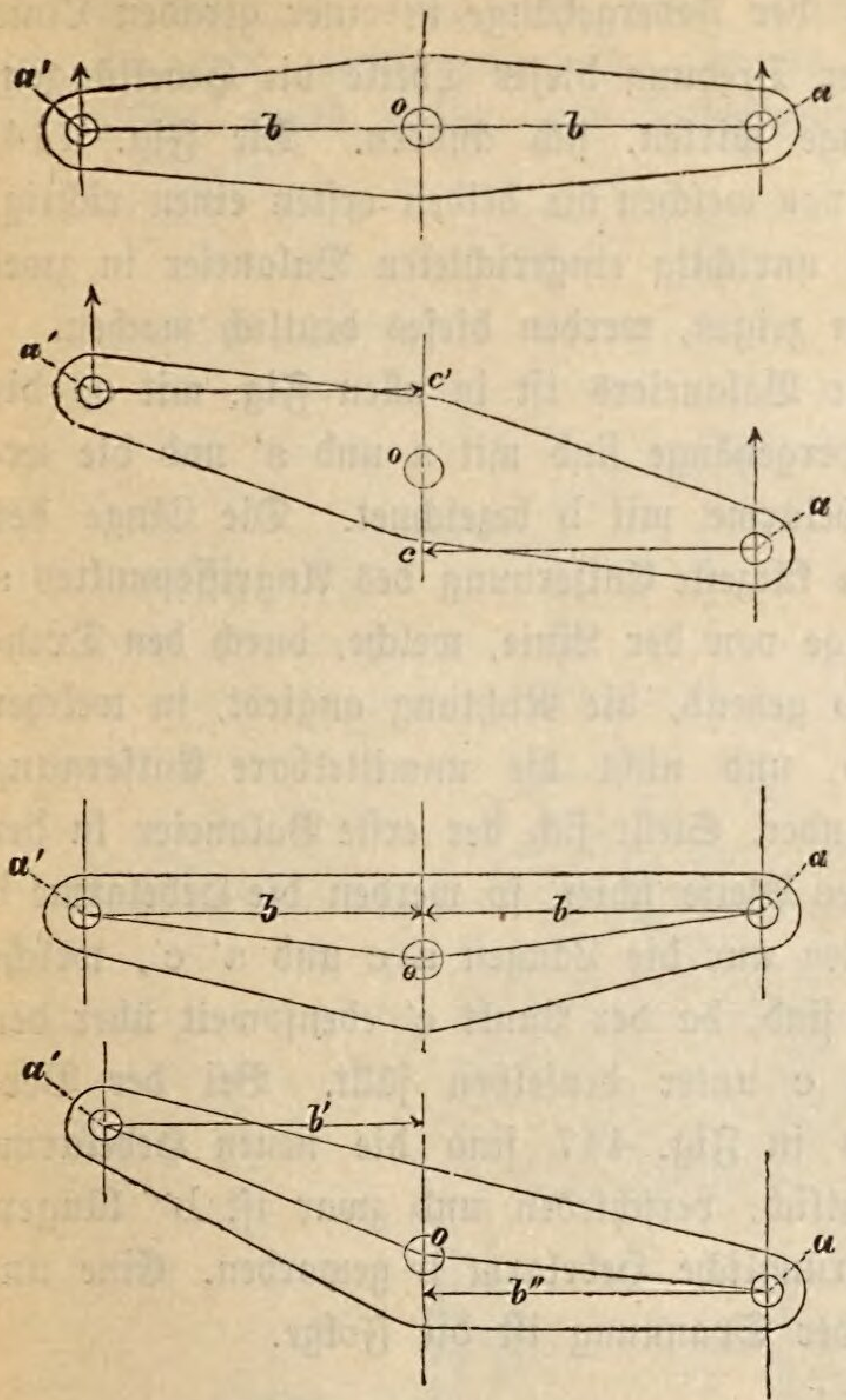



Fig. 444—447.

Man hat darauf zu achten, daß der Spielraum zwischen dem mit K bezeichneten Kessel und dem Federbügel b nicht zu klein wird, damit dieser bei starken Schwankungen der Maschine nicht etwa unter den Kessel stößt. Der Spielraum zwischen dem Balancier und der Achse dagegen bleibt bei allen Schwankungen der Locomotive derselbe, er verringert sich nur durch die verhältnißmäßig geringen Abnutzungen der Achslager.

Es ist nicht nöthig, die beiden Arme eines Balanciers gleich lang zu machen; ist die Belastung der beiden Federn, welche er ausgleichen soll, verschieden, so sind in dem Verhältnisse dieser Verschiedenheit auch die Arme des Balanciers so ungleich lang zu machen, daß der kürzere Arm nach der Seite der am stärksten belasteten Feder zu liegen kommt.

Federn anzuwenden, welche an den beiden Seiten des Federbügels ungleicharmig sind, um diese verschiedenen Belastungen auszugleichen, ist in Deutschland nicht üblich.

Es ist bei Balanciers und bei Balancier-Federn großes Gewicht darauf zu legen, daß der Drehpunkt o des Balanciers und

die Angriffspunkte a a′ der Federgehänge in einer geraden Linie liegen, da sonst mit der Drehung dieser Theile die Hebellängen, an welchen die Gehänge wirken, sich ändern. Die Fig. 444, 445, sowie 446, 447, von welchen die beiden ersten einen richtig, die beiden letzten einen unrichtig eingerichteten Balancier in zwei verschiedenen Stellungen zeigen, werden dieses deutlich machen.

Der Drehzapfen der Balanciers ist in allen Fig. mit o, die Angriffspunkte der Federgehänge sind mit a und a′ und die ursprünglich gleichen Hebelarme mit b bezeichnet. Die Länge des Hebelarmes ist stets die kürzeste Entfernung des Angriffspunktes a und a′ der Federgehänge von der Linie, welche, durch den Drehpunkt des Balanciers o gehend, die Richtung angiebt, in welcher derselbe gehalten wird, und nicht die unmittelbare Entfernung dieser Punkte von einander. Stellt sich der erste Balancier in der in Fig. 445 angegebenen Weise schief, so werden die Hebelarme b beide kürzer, sie behalten nur die Längen a c und a′ c′, welche aber beide gleich groß sind, da der Punkt c′ ebensoweit über den Drehpunkt o rückt als c unter denselben fällt. Bei der Verstellung des Balanciers in Fig. 447 sind die neuen Hebelarme b′ b″, wie leicht ersichtlich, verschieden und zwar ist b″ länger, b′ kürzer als der ursprüngliche Hebelarm b geworden. Eine unrichtige Uebertragung der Spannung ist die Folge.

## 10. Dampfcylinder.

Der im Kessel erzeugte Dampf wird in den Dampfcylindern zur Bewegung der Locomotive verwendet. Der Dampfcylinder bildet, wie schon der Name sagt, einen hohlen cylindrischen Körper, welcher an beiden Enden durch besondere Deckel geschlossen ist; in ihm wird eine genau passende Scheibe, der sog. Dampfkolben, durch den abwechselnd auf beiden Seiten gegen ihn drückenden Dampf hin- und herbewegt, welche Bewegung durch die Kolben- und Kurbelstange auf das Treibrad und, wenn solche vorhanden, durch die Kuppelstangen auf die Kuppelräder übertragen wird. Dem Dampfcylinder C (Fig. 448) ist der Schieberkasten K, das

ist der Raum, in welchem die schon behandelte Dampfvertheilung vor sich geht, gleich angegossen, ebenso ist er mit besonderen Flantschen, durch welche seine Befestigung an dem Längsträger

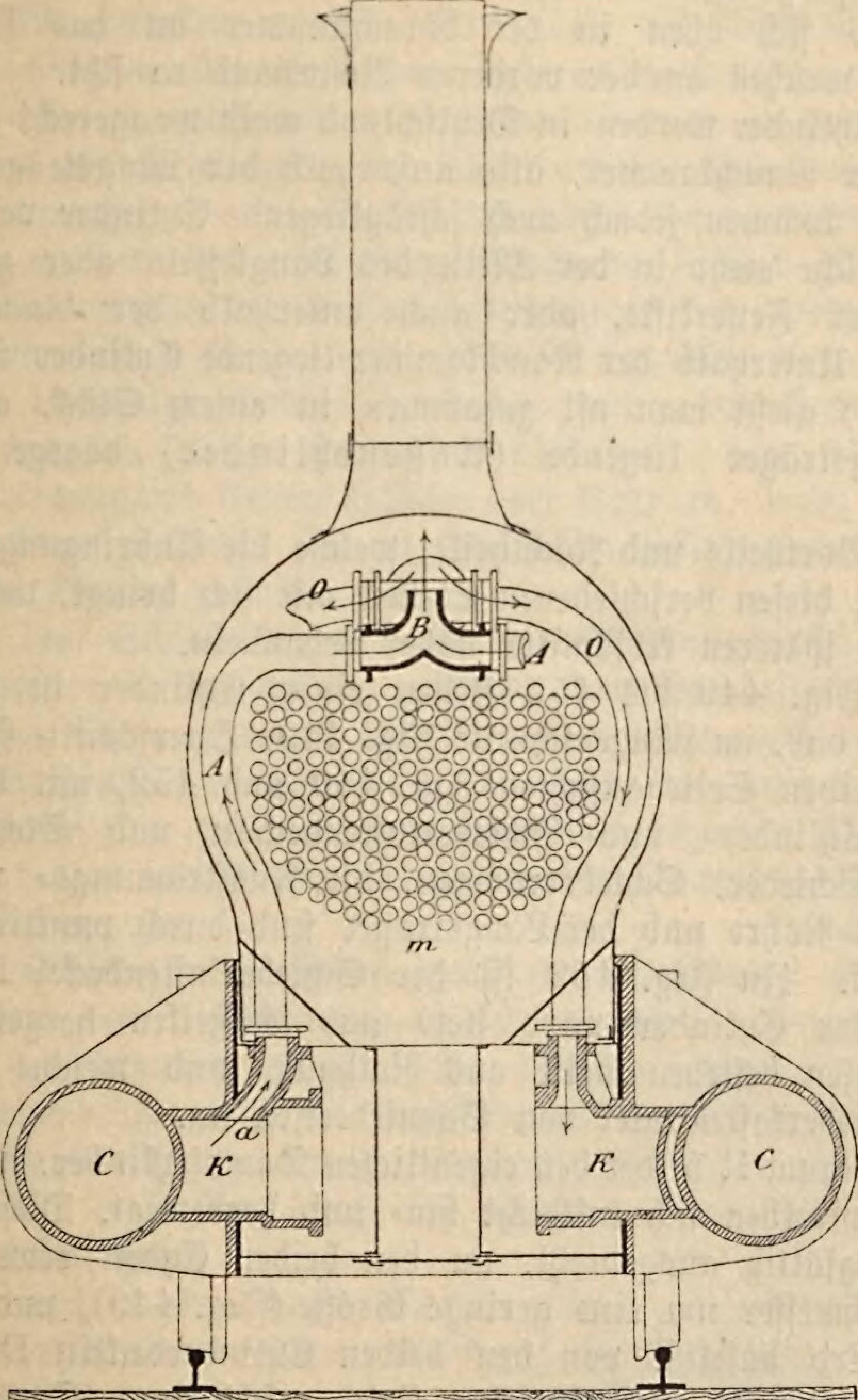



Fig. 448.

bewirkt wird, und mit zwei Stutzen zur Anbringung der Röhren für die Dampf-Ein- und -Ausströmung versehen. In Fig. 448

ist links bei a der Ausströmungsstutzen mit dem Ausströmungsrohre A und rechts der Einströmungsstutzen mit dem Einströmungsrohre o gezeichnet. Die beiden Einströmungsrohre A A führen zum Ausgangsregulator B, während die beiden Einströmungsrohre o o sich oben in der Rauchkammer an das Kreuzrohr schließen, welches an der vorderen Rohrwand m sitzt.

Die Cylinder werden in Deutschland meist waagerecht zu beiden Seiten der Rauchkammer, also außerhalb der Längsträger, angebracht, es kommen jedoch auch schrägliegende Cylinder vor, ferner solche, welche mehr in der Mitte des Langkessels oder zu beiden Seiten der Feuerkiste, oder auch unterhalb der Rauchkammer liegen*). Unterhalb der Rauchkammer liegende Cylinder (Innencylinder) gießt man oft zusammen in einem Stück, außerhalb der Längsträger liegende (Außencylinder) dagegen immer einzeln.

Die Vortheile und Nachtheile, welche die Anbringung der Cylinder an diesen verschiedenen Stellen mit sich bringt, werden wir bei einem späteren Abschnitte näher behandeln.

Die Fig. 449 bis 452 stellen einen Cylinder in größerem Maßstabe dar, im Längenschnitte Fig. 449, Querschnitte Fig. 451, in den beiden Seitenansichten Fig. 450 und 452, mit den zugehörigen Cylinder- und Schieberkastendeckeln und Stopfbüchsen. Kolben, Schieber, Schieberrahmen, die Ausströmungs- und Einströmungs-Rohre und der Längsträger sind durch punktirte Linien angedeutet. In Fig. 452 ist der Schieberkastendeckel F fortgedacht. Der Cylinder wird stets aus Gußeisen hergestellt, die Stopfbüchsen bestehen meist aus Rothguß, und wendet man oft auch Schieberkastendeckel von Schmiedeeisen an.

Der Raum R bildet den eigentlichen Dampfcylinder, in welchem der Dampfkolben sich luftdicht hin- und herbewegt. Dieser Raum R ist sorgfältig ausgedreht, an den beiden Enden erweitert sich der Durchmesser um eine geringe Größe (Fig. 449), und der Cylinder wird daselbst von den beiden Cylinderdeckeln D und D', welche dampfdicht aufgeschliffen sind, geschlossen. Der Cylinder ist an den Enden deshalb etwas erweitert, damit man ihn nach längerem Gebrauche, wenn die Gleitflächen für den Kolben schlecht und furchig geworden sein sollten, nochmals nachdrehen kann, ohne

---

*) Siehe „Geschichtliches“ III. Abtheilung.

zur Anwendung neuer Deckel genöthigt zu sein. Der Uebergang von dem größeren in den engeren Durchmesser des Cylinders muß sanft sein, weil die Einbringung des Kolbens sonst Schwierigkeiten macht.

Die Wandstärken des Cylinders sind mit Rücksicht auf das öftere Nachdrehen oder Ausbohren, wie es meistens genannt wird, nicht zu schwach, jedenfalls nicht unter 25 mm zu machen. Die Flantschen zur Befestigung der Cylinderdeckel sind recht stark zu nehmen, wogegen man die Deckel, besonders die vorderen D′, gern schwach anordnet, damit bei einem Bruche der Kurbel- oder Kolbenstange, bei welchem der Kolben heftig gegen den vorderen Deckel stößt, dieser allein bricht, und nicht auch der schwerer zu ersetzende Cylinder beschädigt wird. Die beiden mit e bezeichneten kleinen Ansätze an den beiden Enden des Cylinders, Fig. 450, dienen zur Anbringung von kleinen Hähnen oder Ventilen, durch welche das beim Beginn der Fahrt sich an den kalten Cylinderwänden niederschlagende Wasser entfernt wird.

Mit dem Schieberkasten B ist der Cylinder durch die beiden Dampfkanäle c c verbunden; zwischen denselben befindet sich, nur durch zwei Stege getrennt, der Dampfausströmungskanal, welcher durch den Stutzen s, Fig. 450, in eines der beiden sich unter dem Schornsteine zu dem Exhaustor vereinigenden Dampf-Ausströmungsrohre mündet und den gebrauchten Dampf in den Schornstein leitet.

Der Schieberkasten ist bei geöffnetem Regulator mit frischem Dampfe von einer Spannung, welche annähernd der des Kesseldampfes gleichkommt, gefüllt. Da der Dampfverbrauch nicht in jedem Augenblicke gleich ist, so nimmt mit der Größe des Schieberkastens die Gleichmäßigkeit der Dampfspannung in demselben, zugleich aber auch der durch die größere Oberfläche verursachte Wärmeverlust zu.

Der mit a bezeichnete Stutzen dient zur Befestigung des Dampf-Einströmungsrohres; es ist gut, die Flantschen m der Ein- und Ausströmungsstutzen, sowie die der Ein- und Ausströmungsröhren n recht stark zu machen, da sie sonst leicht brechen; die Vorsprünge o, welche die Dichtung mit diesen Röhren vermitteln und öfter abgerichtet werden müssen, sind gleichfalls nicht zu niedrig zu machen.

Der Schieberkasten ist mit zwei Deckeln versehen, von welchen

der mit g bezeichnete zur Einbringung des Schiebers mit der Schieberstange und Rahmen dient, während der Deckel F die Abrichtung der Schieberflächen ermöglicht. Beide Deckel sind ganz vereinzelt auch wohl rund angeordnet, Fig. 188—191, um sie aufschleifen und so besser dichten zu können; man kommt bei dieser Einrichtung aber meist auf unbequeme Abmessungen.

Der Deckel g und die gegenüberliegende Wand des Schieberkastens sind mit Stopfbüchsen zur Durchführung der Schieberstange versehen. Diese Stopfbüchsen h h, Fig. 449, sind denen, welche wir bei dem hinteren Cylinderdeckel noch näher kennen lernen werden, und welche zur Durchführung der Kolbenstange dienen, gleich angeordnet. Sie bestehen aus den Grundbüchsen i i und den eigentlichen Stopfbüchsen h h und sind aus Messing gegossen.

Zwischen der Grundbüchse und der Stopfbüchse befinden sich geflochtene und mit Oel und Talg getränkte Hanfzöpfe, welche durch Anziehen der Stopfbüchsenschrauben zusammen und fest gegen die Schieberstange gepreßt werden und so den dampfdichten Verschluß herstellen.

Die vordere Stopfbüchse wird oft sackartig gebildet und umschließt die Schieberstange vollständig; man erreicht dadurch allerdings, daß dieselbe nicht undicht werden kann, verliert dagegen die Sicherheit einer guten Führung für die Schieberstange, wozu sie doch nur allein bestimmt ist.

Die Fläche, auf welcher der Schieber hin- und hergleitet und dadurch den Dampf vertheilt, heißt der Spiegel.

Eine seitliche Führung erhält der Schieber durch die beiden mit p p′ bezeichneten, dem Schieberkasten angegossenen Führungsleisten, Fig. 451. Die nach unten liegende Leiste p stellt man auch öfter von Rothguß her und befestigt sie durch Stiftschrauben an der betreffenden Stelle.

Die Befestigung des Cylinders an dem punktirt gezeichneten Längsträger wird durch die Flantschen C mittelst Schrauben von nicht unter 25 mm Stärke, welche gut abgedreht sind und genau in die betreffenden Löcher passen, bewirkt.

In vorliegender Zeichnung ist der Cylinder so eingerichtet, daß er von vorn zwischen die hier offenen Längsträger geschoben werden muß; man ordnet aber auch wohl den Schieberkasten so an, daß seine Abmessungen überall so klein sind, daß die Einschiebung des Cylinders von der Seite möglich ist.

Auf eine sichere Befestigung des Cylinders ist das größte Gewicht zu legen, da lose Cylinder leicht brechen und zu vielerlei Uebelständen Veranlassung geben.

Wird die vordere Rohrwand des Kessels, wie sehr zu empfehlen ist, nach unten noch über den Boden der Rauchkammer hinaus verlängert, so bildet sie eine gründliche Querversteifung zwischen den beiden Cylindern und giebt dem Längsträger gegen seitliche Durchbiegungen einen festen Halt; wird dann noch der Längsträger oberhalb und unterhalb des Cylinders durchgeführt und dieser mit ihm befestigt, so ist ein Losewerden des Cylinders nicht zu befürchten. Die gleichfalls nach unten zu verlängerte Vorderwand der Rauchkammer, sowie ein unten zwischen den Cylindern angebrachtes Blech (siehe Fig. 2, 3, 5 und 6 der lithogr. Tafel der ersten Abtheilung) verstärken die Befestigung noch bedeutend. Diese Anordnung hat noch den Vortheil, daß sie den Schieberkasten gut gegen Abkühlung schützt; es ist aber dafür Sorge zu tragen, daß sich dieses Blech leicht beseitigen läßt, wenn man aus irgend welchen Gründen den großen Schieberkastendeckel F losmachen will.

Ziemlich sicher ist die Befestigung des Cylinders auch dann noch, wenn man bei durchgehender vorderer Rohrwand den unteren Theil des Längsträgers und den zugehörigen Flantsch des Cylinders fehlen läßt.

Hat die Rauchkammer die Form Fig. 35 und 36 (I. Abthlg.), so ist nur der sich oberhalb des Dampfcylinders befindende Theil des Cylinderflantsches (Fig. 450) zu Befestigung vorhanden; man sollte in einem solchen Falle nie unterlassen, den Boden und, soweit der Längsträger reicht, die mit dem Boden aus einem Stück bestehenden Seitenbleche der Rauchkammer sehr stark, nicht unter 25 mm, zu machen. Um die Cylinder unten zu halten, schraubt man dort starke Platten von Gußeisen oder Schmiedeeisen zwischen dieselben.

Es ist nicht zu empfehlen, wie auf einzelnen Bahnen zur Erleichterung der Arbeit des Anpassens der Cylinder wohl vorkommt, die Zwischenräume der Cylinder und des Rauchkammerbodens, sowie der Cylinderflantschen und des Längsträgers mit Weißmetall oder einem anderen Metalle auszugießen, da dadurch die Cylinder in ihrer Ausdehnung durch die Wärme behindert werden und leicht brechen.

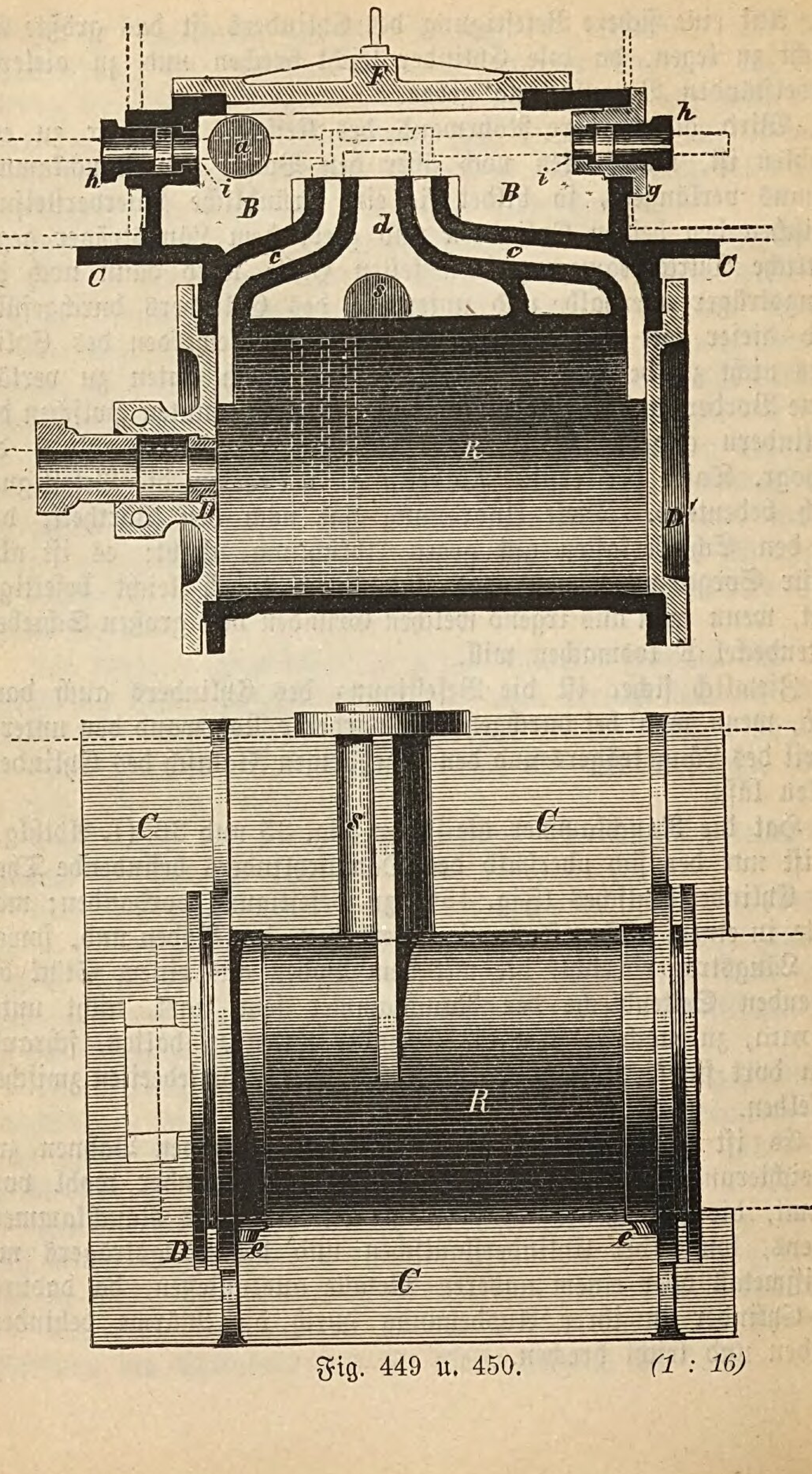



Fig. 449 u. 450. *(1 : 16)*

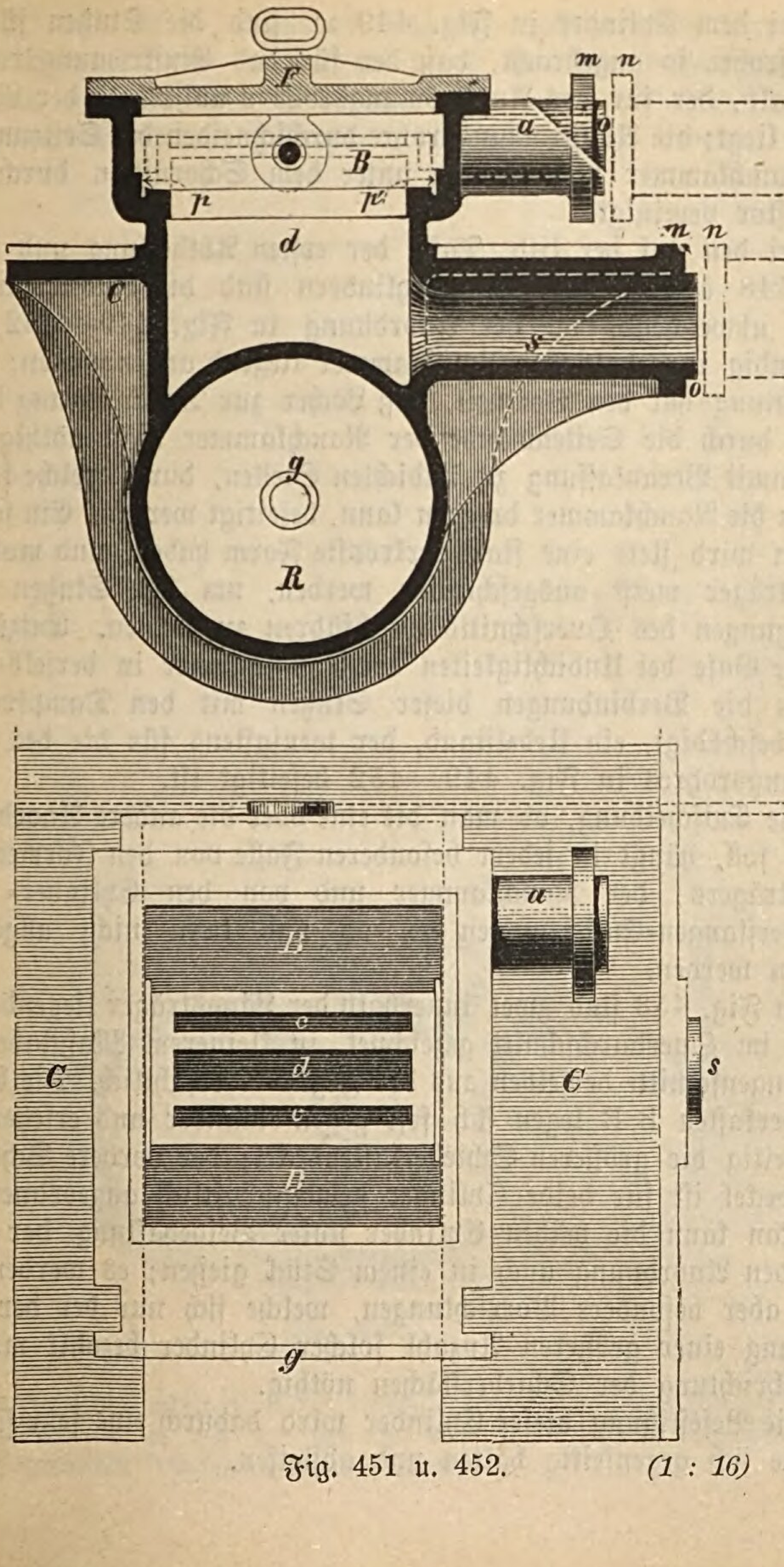



Fig. 451 u. 452. *(1 : 16)*

Bei dem Cylinder in Fig. 449 ꝛc. sind die Stutzen für die Dampfrohre so angebracht, daß der für das Einströmungsrohr a innerhalb, der für das Ausströmungsrohr s außerhalb der Längsträger liegt; die Ausströmungsrohre durchschneiden die Seitenwände der Rauchkammer und werden unter dem Schornstein durch den Exhaustor vereinigt.

Bei den auf der lith. Tafel der ersten Abtheilung und durch Fig. 448 angedeuteten Dampfcylindern sind die Ausströmungsrohre, abweichend von der Anordnung in Fig. 449—452, als vollständig innerhalb der Rauchkammer liegend angenommen; diese Einrichtung hat den Vortheil, daß Löcher zur Durchführung dieser Rohre durch die Seitenwände der Rauchkammer nicht nöthig sind und damit Veranlassung zu undichten Stellen, durch welche falsche Luft in die Rauchkammer dringen kann, beseitigt werden. Ein solcher Stutzen wird stets eine stark verkröpfte Form haben, und muß der Längsträger meist ausgeschnitten werden, um den Stutzen ohne Verengungen des Querschnitts durchführen zu können. Entzünden sich die Gase bei Undichtigkeiten der Rauchkammer in derselben, so werden die Verbindungen dieser Stutzen mit den Dampfrohren leicht beschädigt, ein Uebelstand, der wenigstens für die des Ausströmungsrohres in Fig. 449—452 beseitigt ist.

Die Entscheidung, ob man die eine oder die andere Anordnung treffen soll, hängt in jedem besonderen Falle von den Formen des Längsträgers, der Rauchkammer und von den Cylinder- und Schieberstangen-Entfernungen ꝛc. ab und kann nicht allgemein gegeben werden.

In Fig. 453 sind zwei innerhalb der Längsträger liegende Cylinder im Querdurchschnitt gezeichnet, in kleinerem Maßstabe sind die Längenschnitte derselben aus der Fig. 337 ersichtlich. Die beiden Schieberkasten B B legen sich fest gegen einander und ersetzen sich gegenseitig die größeren Schieberkastendeckel; der vordere Schieberkastendeckel ist für beide Cylinder gemeinschaftlich angeordnet.

Man kann die beiden Cylinder unter Beibehaltung der vorliegenden Anordnung auch in einem Stück gießen; es werden dadurch aber besondere Vorrichtungen, welche sich nur bei der Anfertigung einer größeren Anzahl solcher Cylinder bezahlt machen, zur Abrichtung der Schieberflächen nöthig.

Die Befestigung dieser Cylinder wird dadurch eine sehr sichere, daß sie sich gegenseitig halten und absteifen.

Fig. 453 ist so gezeichnet, daß der auf derselben rechts liegende Cylinder*) in der Mitte durch den Ausströmungsstutzen, der links liegende Cylinder dagegen dicht vor der Rohrwand durch den Dampf-Einströmungsstutzen geschnitten gedacht wurde.

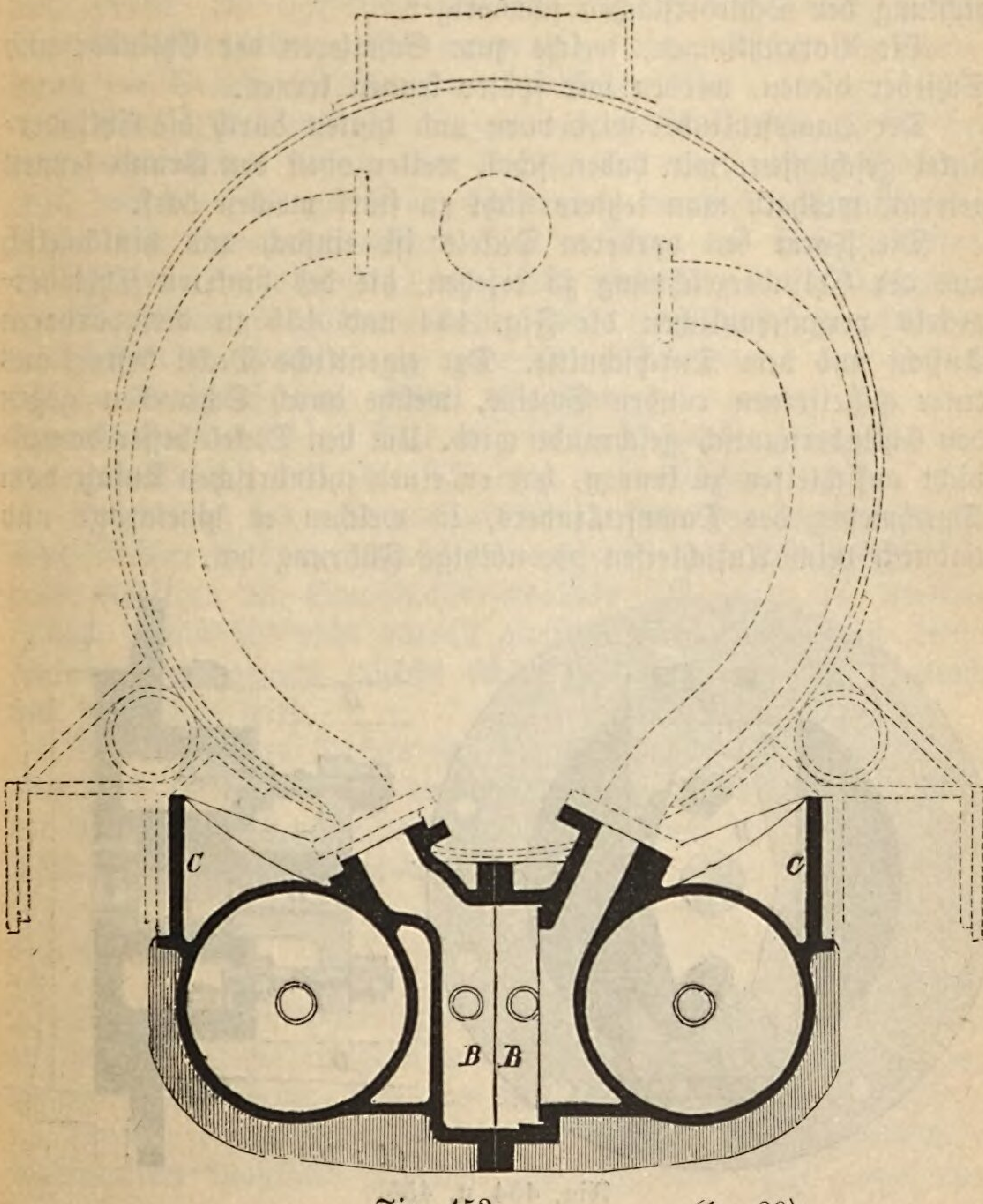



Fig. 453. (1 : 20)

*) In Wirklichkeit ist es der links liegende; man bezeichnet die Seiten der Locomotive so, wie sie dem auf dem Führerstande stehenden, nach dem Schornstein sehenden Führer erscheinen.

Innerhalb der Längsträger liegende Cylinder haben gegen andere, ihrer geschützteren Lage wegen, den Vortheil, daß die Abkühlung kleiner ist und daß sie nicht so leicht beschädigt werden; es wird dagegen aber die Regelung der Steuerung und die Abrichtung der Schieberflächen schwieriger.

Die Vorrichtungen, welche zum Schmieren der Cylinder und Schieber dienen, werden wir später kennen lernen.

Der Dampfcylinder wird vorn und hinten durch die Cylinderdeckel geschlossen; wir haben schon weiter oben den Grund kennen gelernt, weshalb man letztere nicht zu stark machen darf.

Die Form des vorderen Deckels ist einfach und hinlänglich aus der Cylinderzeichnung zu ersehen, die des hinteren Cylinderdeckels veranschaulichen die Fig. 454 und 455 in der vorderen Ansicht und dem Durchschnitte. Der eigentliche Deckel besteht aus einer gußeisernen runden Scheibe, welche durch Schrauben gegen den Cylinderflantsch geschraubt wird. Um den Deckel besser dampfdicht aufschleifen zu können, hat er einen cylindrischen Ansatz vom Durchmesser des Dampfcylinders, in welchen er hineinragt und dadurch beim Aufschleifen die nöthige Führung hat.

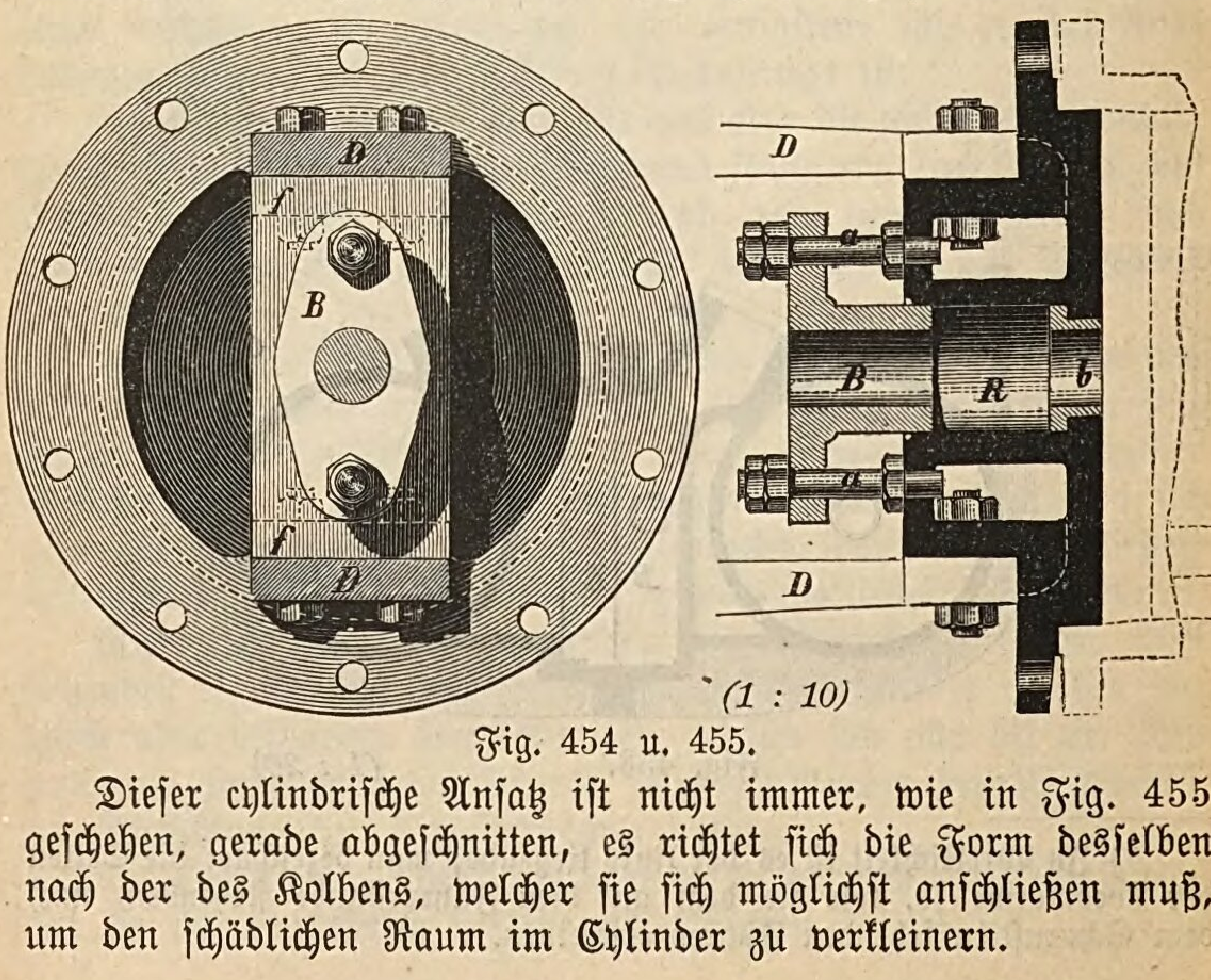



Fig. 454 u. 455.

Dieser cylindrische Ansatz ist nicht immer, wie in Fig. 455 geschehen, gerade abgeschnitten, es richtet sich die Form desselben nach der des Kolbens, welcher sie sich möglichst anschließen muß, um den schädlichen Raum im Cylinder zu verkleinern.

Der Cylinderdeckel ist zur Durchführung der Kolbenstange in der Mitte durchbohrt und diese Durchbohrung mit einer Messingbüchse b, der sog. Grundbüchse, ausgefüttert. Da diese für sich allein keinen dampfdichten Verschluß abgeben kann, wird noch eine zweite, die eigentliche Stopfbüchse B angewandt, welche, gleichfalls durchbohrt, sich in einem cylindrischen Ansatze des Deckels durch die Stopfbüchsenschraube a verstellen läßt.

Wird die Kolbenstange eingeschoben, so bleibt zwischen ihr und dem cylindrischen Ansatze des Deckels ein ringförmiger Raum R frei, von der Höhe gleich der Entfernung der beiden Stopfbüchsentheile von einander, welcher mit in Talg und Oel getränkten Hanfzöpfen (Verpackung) ausgefüllt wird. Durch das Nachziehen der Stopfbüchsenschrauben a werden diese Hanfzöpfe fest zusammen und gegen die Kolbenstange gepreßt und stellen so den dampfdichten Verschluß her. Statt der Hanfzöpfe wendet man auch Baumwollenkordeln mit Talk an; solche Verpackung bedarf keiner weiteren Oelung und hält sich lange gut und dicht.

Neuerdings hat man vielfach Metalldichtungen angewandt; die Stopfbüchsen sind bei denselben aufgeschnitten und pressen sich beim Anziehen der Stopfbüchsenschrauben fest gegen die Kolbenstange. Man hat nicht überall günstige Erfahrungen mit dieser Dichtungsart gemacht, welche übrigens an andern Stellen gelobt und empfohlen wird.

Der Ansatz des Deckels für die Stopfbüchse B erweitert sich oben und unten und geht in die beiden Flantschen f f über, welche zur Befestigung der angedeuteten Gleitbahnen D D, welche wir später kennen lernen werden, dienen.

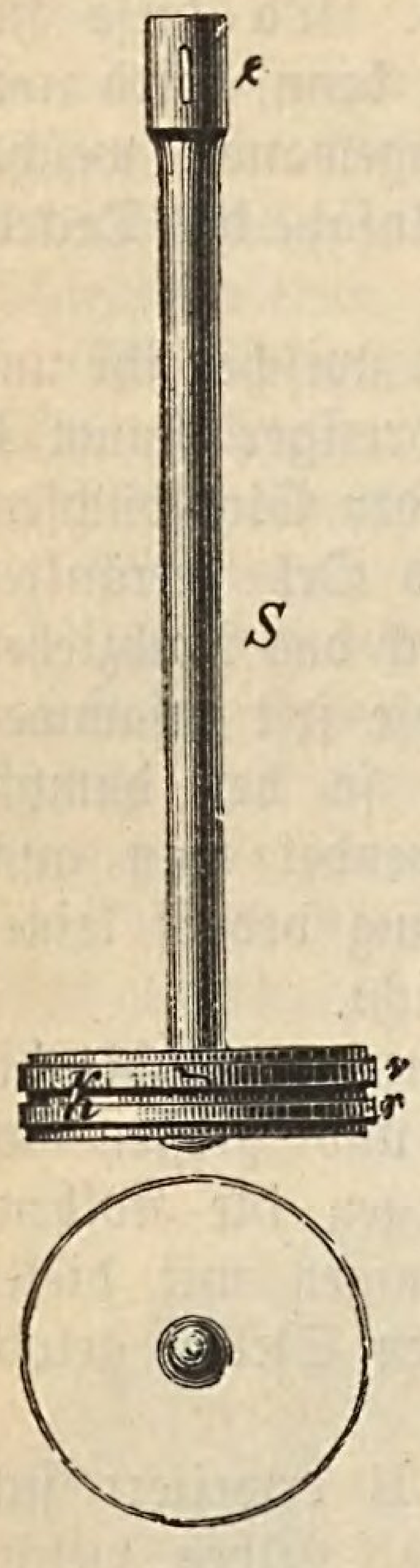
## 11. Dampfkolben.

Die Form der Dampfkolben nebst der der Kolbenstangen und Kolbenringe, sowie einige Arten der Befestigung der Kolbenstange in dem Kolbenkörper, sind aus den Fig. 456—467 ersichtlich.

In den Fig. 456 und 457 ist der vollständige Dampfkolben*) in kleinerem Maßstabe gezeichnet, die Fig. 462—467 zeigen nur

*) Den eigentlichen Dampfkolben K pflegt man mit dem Namen Kolbenkörper, diesen Kolbenkörper mit den Kolbenringen r r und der Kolbenstange S zusammen dagegen mit dem Namen Dampfkolben zu bezeichnen.

den Kolbenkörper nebst den verschiedenen Arten der Befestigung desselben auf der Kolbenstange. Mit Uebergehung älterer Formen haben wir nur die jetzt meistens üblichen einfachen und besonders zu empfehlenden sogen. schwedischen Kolben gezeichnet.



(1 : 20)
Fig. 456 u. 457.

Die Anforderungen, welche an einen Dampfkolben gestellt werden müssen, sind folgende: er soll einen dampfdichten Verschluß im Cylinder abgeben, sich leicht in demselben bewegen lassen und so eingerichtet sein, daß der Cylinder überall wenig und gleichmäßig abnutzt; die Verbindung zwischen Kolbenstange und Kolbenkörper muß fest sein, und sollen solche Theile, welche sich lösen und dadurch, daß sie sich zwischen Deckel und Kolben klemmen, Brüche veranlassen können, möglichst vermieden werden; dabei ist das ganze Gewicht des Kolbens so klein wie möglich zu machen.

Der dampfdichte Verschluß der Kolben wird durch die Kolbenringe r r (Fig. 456) erreicht, welche sich in entsprechende in den Kolbenkörper eingedrehte Nuthen legen.

Die Kolbenringe bestehen entweder aus Weißmetall, Stahl, Messing oder Gußeisen. Ringe von Weißmetall sind stärker zu machen, als solche von den übrigen Metallen; man legt hinter dieselben noch besondere Federn, welche die Spannung derselben und damit den für den dampfdichten Schluß nöthigen Druck gegen die Cylinderwände vergrößern. Solche Weißmetallringe sind weicher als das Gußeisen des Dampfcylinders, dieser nutzt daher fast gar nicht ab und wird mit der Zeit innen spiegelblank; die Reibung ist bei gutem Dampfabschlusse nur gering. Trotz dieser Vortheile werden Weißmetallringe nur wenig angewandt; sie verlangen einmal wegen der noch besonders nöthig werdenden Federn tiefere Nuthen zu ihrer Aufnahme und dadurch schwerere Kolben, deren Nachtheile wir weiter unten kennen lernen werden, und haben den noch größeren Nachtheil, daß sie ziemlich spröde sind, in Folge dessen leicht brechen, wo dann die Stücke derselben und der Feder leicht zu Schäden Anlaß geben.

Auch können Ringe von Weißmetall in Folge der Erhitzung schmelzen, wenn die Maschine im Gefälle längere Zeit ohne Dampf läuft.

Bei Anwendung von Messing zu Kolbenringen wird der Cylinder auch geschont, diese Messingringe machen aber auch noch besondere Federn zum Andrücken derselben nöthig.

Stahl oder Gußeisen sind wohl jetzt die am meisten zu Kolbenringen angewandten Metalle, von welchen Gußeisen noch den Vorzug verdient, weil bei demselben die Abnutzung der Cylinder geringer ist als bei Stahlringen. Es ist bei manchen Bahnen üblich, neue oder nachgebohrte Cylinder zunächst mit Kolbenringen aus Messing zu versehen, und erst nach dem Verschleiße dieser solche aus Stahl oder Gußeisen einzusetzen, da die Cylinder sich auf diese Weise besser einlaufen.

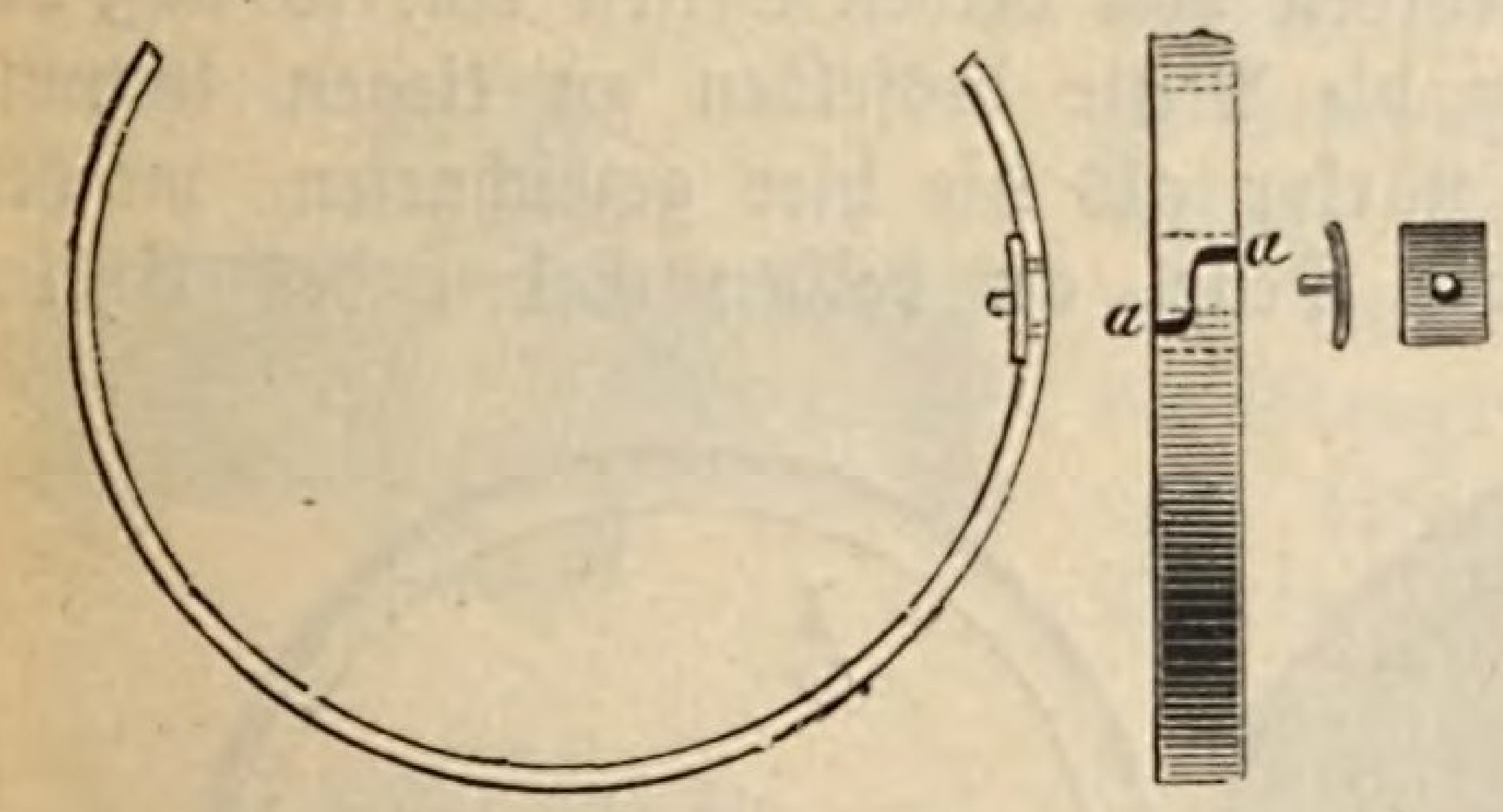


Fig. 458—461.

Kolbenringe werden folgendermaßen hergestellt: es wird zunächst ein geschlossener Ring angefertigt, dessen äußerer Durchschnitt 5—7 mm und dessen Stärke um 1—2 mm größer ist, als die beabsichtigten Abmessungen des fertigen Ringes; diesen Ring schneidet man in der in Fig. 459 bei a a gezeichneten Weise so durch, daß die Enden 15—20 mm von einander stehen, drückt darauf den Ring zusammen und löthet ihn so fest oder hält ihn durch besondere Vorrichtungen in dieser Lage, worauf er auf das richtige Maß abgedreht wird. Nach Entfernung der Löthung oder des Klemmfutters werden die Fugen a a durch die Federkraft des Metalles sich wieder öffnen und wird der Kolbenring, nachdem er in die Nuthe des Kolbens und in den Cylinder gebracht ist, falls er aus Stahl oder Gußeisen besteht, sich ohne besondere Federn fest gegen die Cylinderwandungen legen.

Das zweite Nachdrehen des Kolbenringes ist nöthig, weil er durch das Gegeneinanderdrücken der Kanten bei a a seine runde Form verliert, welche durch das zweite Abdrehen für den Zustand, in welchem er sich im Cylinder befindet, erst wieder hergestellt wird.

Man wendet meist bei Dampfkolben zwei Kolbenringe an, deren Schnitte man gegen einander versetzt; es werden, um Dampfverluste durch diese Schnitte noch mehr zu verringern, hinter dieselben kleine in Fig. 460 u. 461 gezeichnete, mit Stiften versehene Platten gelegt. Der Stift legt sich, wie in Fig. 463 bei a ersichtlich ist, in ein zu diesem Zwecke gebohrtes Loch des Kolbenkörpers und verhindert die Verdrehung des Ringes.

Der Kolbenkörper wird meist aus Stahl angefertigt, weil bei diesem die Abmessungen bei gleicher Sicherheit am kleinsten werden dürfen. Die Form ist einfach und aus den Fig. 462 u. 463 ersichtlich. Eine runde Scheibe wird ringsum mit zwei Nuthen zur Einlegung der Ringe versehen und außerdem zur Befestigung der Kolbenstange durchbohrt. Das Ausdrehen der Scheibe bei h hat nur den Zweck, den Kolben leichter zu machen.

Man dreht oft den Kolben von beiden Seiten ein, so daß der stehenbleibende Steg s in die Mitte desselben zu liegen kommt; solche Kolben sind nicht stärker als die hier gezeichneten, machen aber entsprechend geformte Deckel an beiden Enden des Cylinders nöthig.

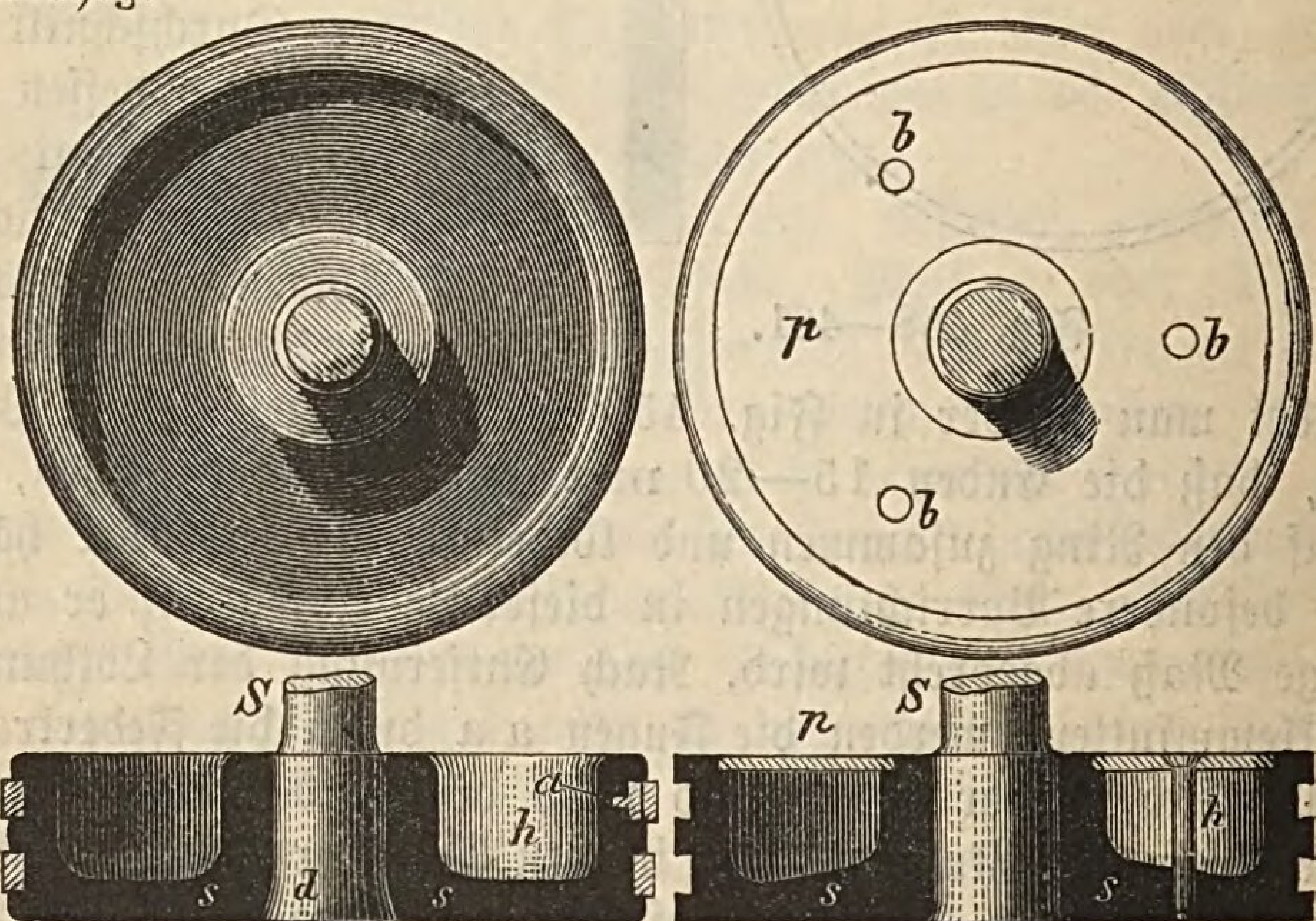
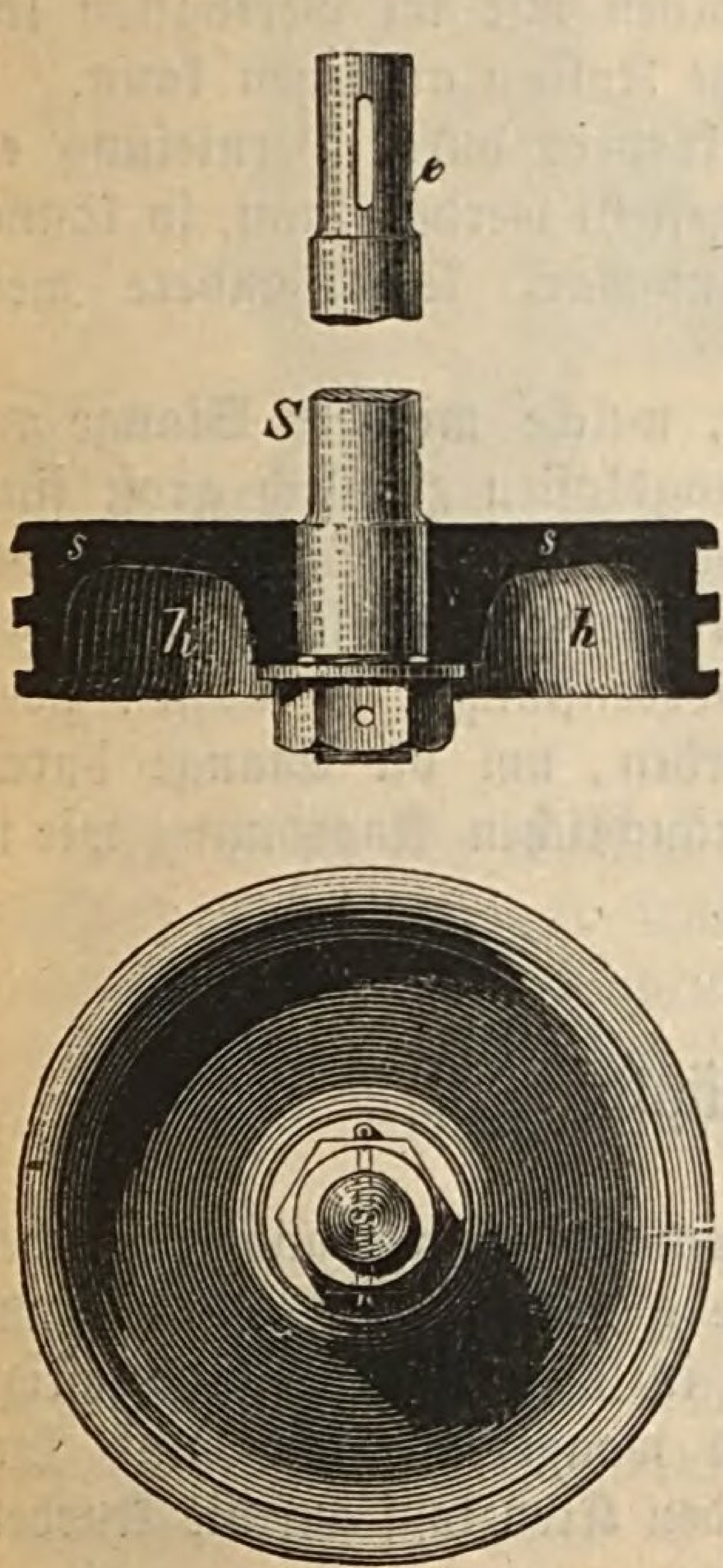



Fig. 462 u. 463. *(1 : 12)* Fig. 464 u. 465.

Bei den Kolben Fig. 462 u. 463 bildet die innere Seite des vorderen Cylinderdeckels eine ebene Fläche, während die des hinteren Deckels sich der Höhlung h des Kolbens anschließen muß; bei dem Kolben Fig. 466 u. 467 tritt der umgekehrte Fall ein, wogegen bei dem Kolben Fig. 464 u. 465 die besonders einge-

nietete und außerdem durch drei Stehbolzen b b b befestigte Platte p die Anwendung der geraden Flächen bei beiden Cylinderdeckeln ermöglicht.

Ein Kolben wie Fig. 464 und 465 bildet einen geschlossenen Hohlkörper. Die Platte p kann kaum so dicht aufgebracht werden, daß nicht etwas Dampf in den Körper tritt, welcher sich beim Erkalten condensirt. Bei Gelegenheit, daß die krumme Stange eines solchen Kolbens warm gerichtet werden sollte, ist schon eine Kolbenexplosion erfolgt, durch welche ein Arbeiter schwer beschädigt wurde. Man hat die Explosion verschiedentlich erklären wollen, u. a. eben auch dadurch, daß sich aus dem in dem Hohlraum befindlichen Wasser Dampf von sehr hoher Spannung entwickelte, welchem der Körper nicht zu widerstehen vermochte. Welche Ursache nun auch vorgelegen haben mag, man wird stets vorsichtshalber die Stange von dem Körper trennen oder diesen durch Abnehmen des Deckels öffnen.



(1 : 12)
Fig. 466 u. 467.

Zur Befestigung der Kolbenstange S ist bei allen drei Kolbenkörpern das Loch für dieselbe schwach kegelförmig ausgebohrt; dasselbe erweitert sich (Fig. 463) bei d ziemlich bedeutend; die Kolbenstange wird im warmen Zustande in dem gleichfalls warmen Kolben vernietet.

In Fig. 465 ist die Erweiterung für die Umnietung der Kolbenstange nur gering; dieselbe kann, wenn diese aus Schmiedeeisen besteht, in kaltem Zustande vorgenommen werden, man thut jedoch gut, den Kolbenkörper vor der Einbringung der Stange zu erwärmen; er dehnt sich dadurch aus, das Loch wird größer und die Kolbenstange nach dem Erkalten des Kolbenkörpers fester eingepreßt.

Besteht die Kolbenstange aus Gußstahl, so ist die Erwärmung des Kolbenkörpers so weit zu treiben, bis er eben roth wird, es theilt sich dann der Kolbenstange so viel Wärme mit, daß die Vernietung bedeutend erleichtert wird.

In Fig. 466 und 467 ist statt der Vernietung eine Schraube mit Mutter und Splint zur Befestigung angebracht; es besteht dadurch der Kolben gegen die früheren aus mehreren Theilen, welche sich lösen können. Die Mutter bedingt eine weniger einfache Form des vorderen Cylinderdeckels und schlägt sich das Gewinde für die Mutter, wenn der Kolben nur im Geringsten lose wird, bald entzwei, so daß der ganze Kolben abfliegen kann.

Da die Befestigung des Kolbenkörpers durch Vernietung erfahrungsmäßig vollständig sicher hergestellt werden kann, so können wir neben dieser einfachen Befestigungsart keine andere mehr empfehlen.

Einzeln findet man noch Kolben, welche mit der Stange aus einem Stück bestehen, deren Herstellungskosten ziemlich groß sind.

Das Ende e der Kolbenstange bekommt zur Befestigung mit dem Kreuzkopf gleichfalls einen kegelförmigen Ansatz; ist dieser, wie in Fig. 456, stärker als die Kolbenstange, so müssen zweitheilige Stopfbüchsen angewandt werden, um die Stange durchstecken zu können; bei der meist gebräuchlichen Anordnung wie in Fig. 466 bei e ist das nicht nöthig.

## 12. Kreuzköpfe.

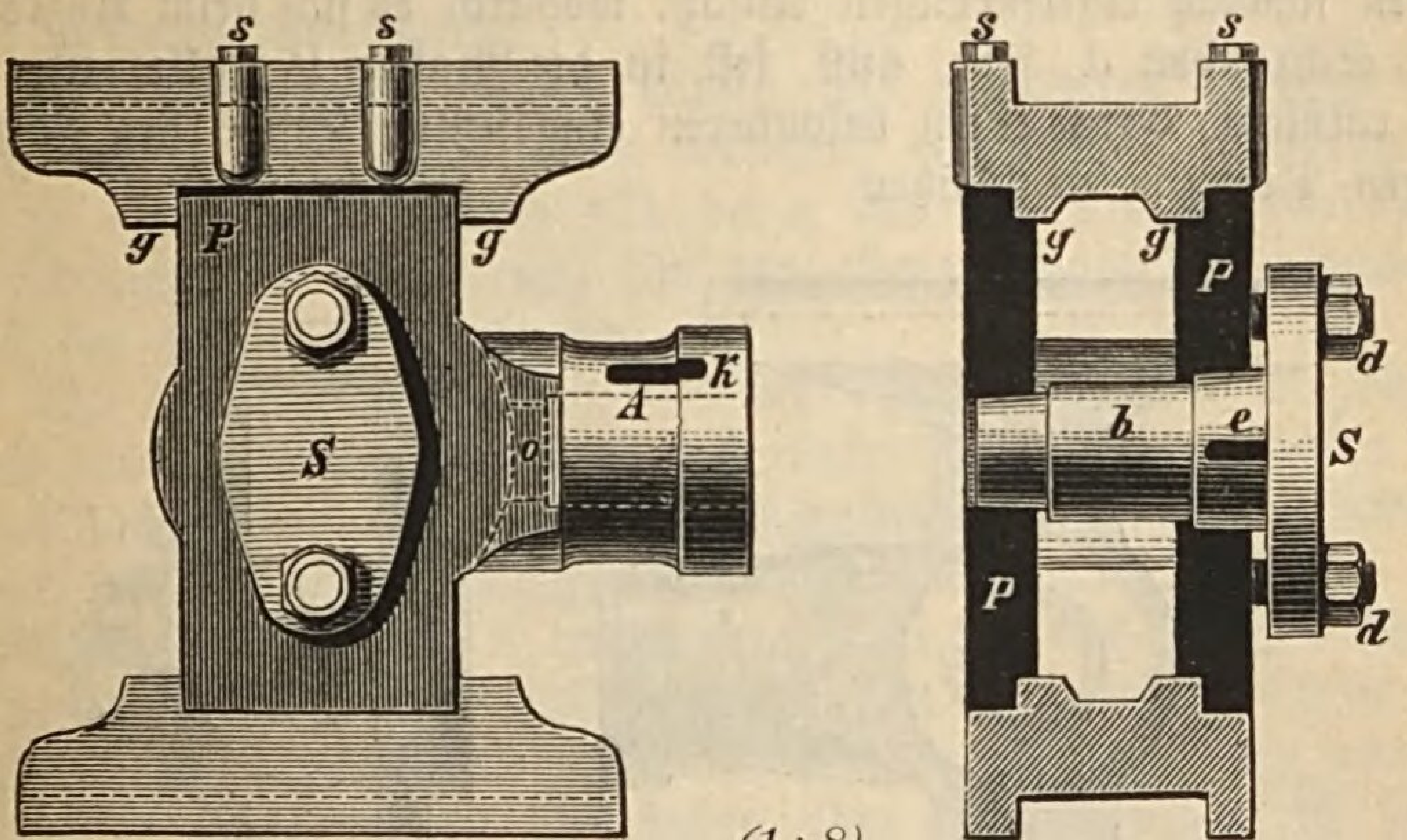
Die Kolbenstange wird an dem dem Kolben gegenüberliegenden Ende mit einem kegelförmigen Stücke e versehen (Fig. 466) und durch dieses mit Hülfe eines Keiles in dem Kreuzkopfe befestigt.

Die Kolbenstange macht nur eine waagerechte hin- und hergehende Bewegung, diese wird durch den Kreuzkopf auf die Kurbelstange in bekannter Weise übertragen.

Die Gleitbahnen (D D in Fig. 454 u. 455) nehmen den Druck des Kreuzkopfes auf und geben diesem die nöthige Führung, ohne welche die Kolbenstange sofort krumm werden würde.

Fig. 468 zeigt die Seitenansicht, Fig. 469 den Querdurchschnitt eines Kreuzkopfes, welcher mit den Gleitflächen nicht aus einem Stück angefertigt ist.

Der eigentliche Kreuzkopf wird aus dem cylindrischen Ansatze A gebildet, welcher zur Aufnahme und Befestigung der Kolbenstange dient; dieser Ansatz geht von der cylindrischen in eine viereckige Form und von dieser in die beiden schmiedeeisernen Platten P über.




(1 : 8)

Fig. 468 u. 469.

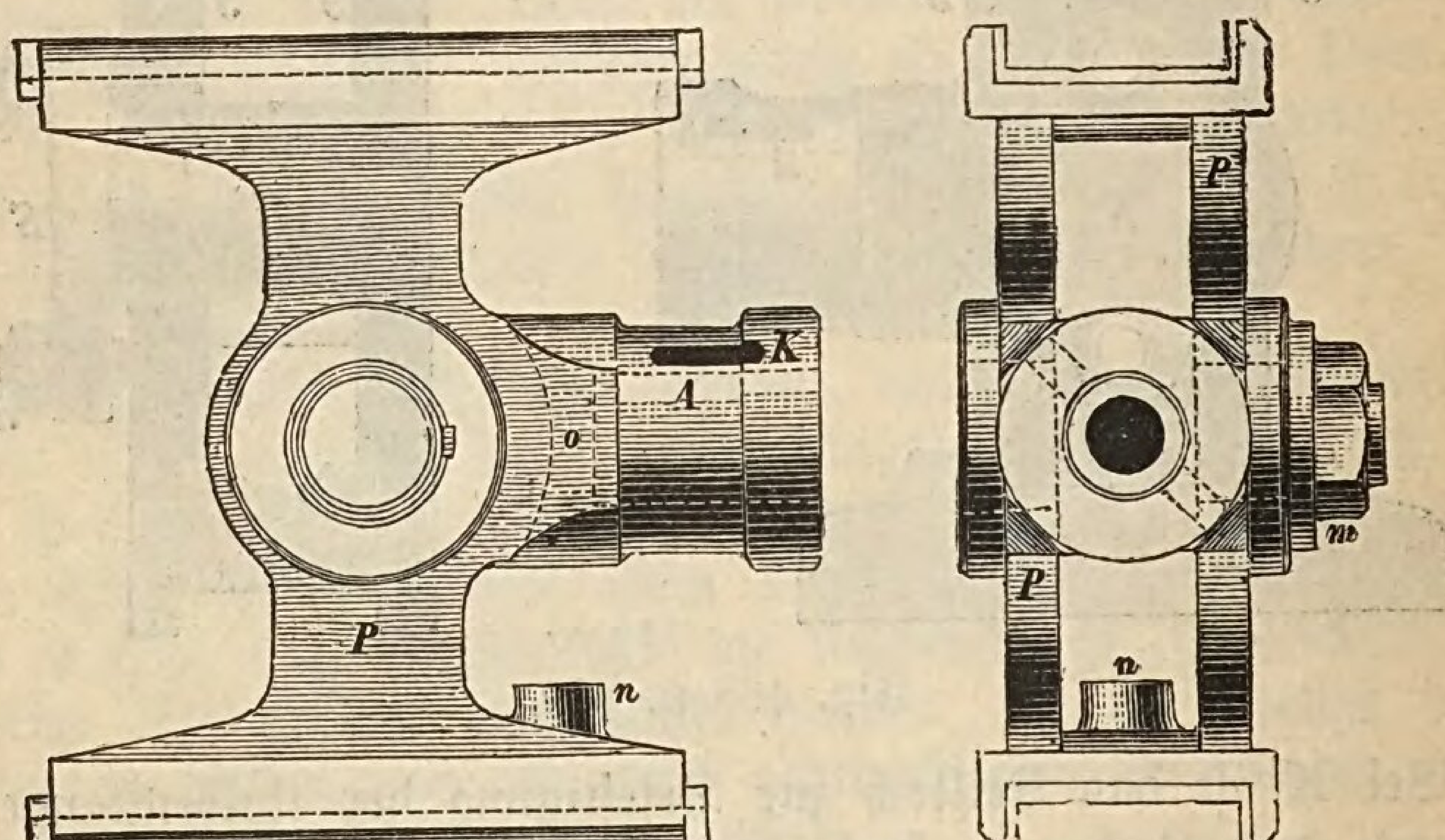
Bei K ist das Keilloch zur Befestigung der Kolbenstange gezeichnet, das Loch zur Aufnahme der letzteren ist punktirt angedeutet; mit kleiner Bohrung läuft es bei o noch weiter durch; dieses Loch o erleichtert die Lösung des Kreuzkopfes von der Kolbenstange, wenn letztere in dem Kreuzkopfe sich festgeklemmt haben sollte.

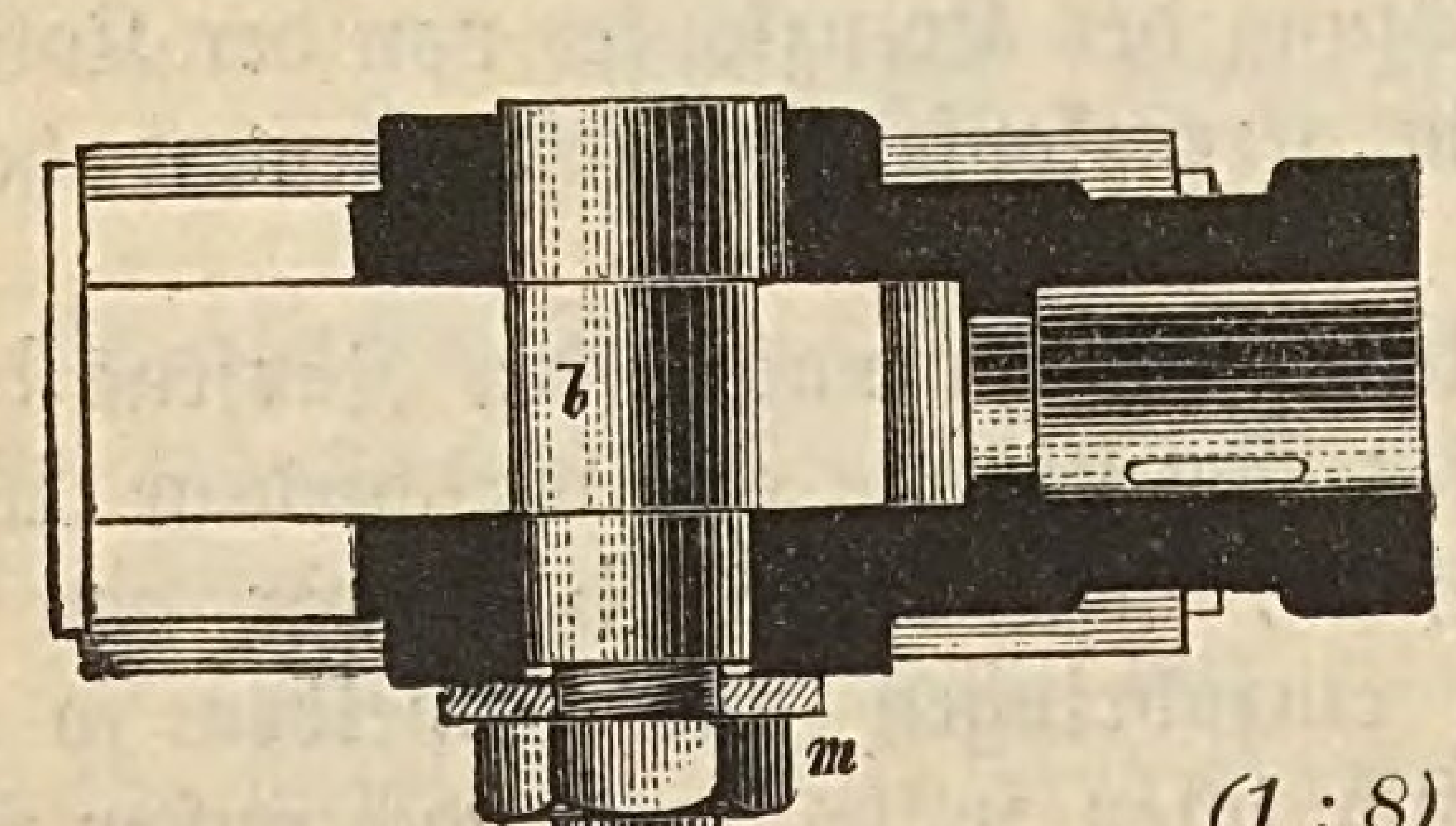
Die beiden Platten P dienen zur Aufnahme des Zapfens b — Kreuzkopfbolzen —, dessen Befestigung auf verschiedene Weise bewirkt wird. Es ist rathsam, den Bolzen b immer von der äußeren Seite der Maschine einzubringen und denselben so einzurichten, daß er, wenn er sich lösen sollte, stets nach außen fällt, weil er sonst leicht zwischen die Speichen des Vorderrades tritt und Zerstörungen anrichtet.

Bei dem Kreuzkopfe der Fig. 470 bis 472 geht der Zapfen b in eine Schraube über und wird durch die Mutter m angezogen; diese Befestigung ist sehr bequem und einfach, es fehlt aber, besonders bei dreigekuppelten Maschinen, häufig der nöthige Platz zur Anbringung der Mutter. In Fig. 468 und 469 wird der Zapfen

durch eine besondere vorgelegte Scheibe S von den beiden Schrauben d d festgehalten.

Der Kreuzkopfbolzen besteht aus Gußstahl oder eingesetztem Schmiedeeisen; er ist in der Mitte, wo er von dem Kurbelstangenlager umfaßt wird, cylindrisch, an beiden Seiten hat er dagegen einen schwach kegelförmigen Ansatz, wodurch er sich beim Anziehen der Schrauben d, Fig. 469, fest in die Platten P einklemmt. Es ist rathsam, durch einen besonderen eingesetzten Keil e den Zapfen gegen Drehung zu schützen.




(1 : 8)

Fig. 470—472.

Den cylindrischen Theil macht man etwas stärker als den kegelförmigen Ansatz an der inneren Seite des Kreuzkopfes, damit er auch abgenützt noch stärker bleibt als dieser.

Die Gleitschuhe werden durch den senkrechten Druck der Kreuzköpfe gegen die Gleitbahnen gedrückt und zwar um so stärker, je größer der Dampfdruck gegen den Kolben und je kürzer die Kurbelstange gegen den Kurbelhalbmesser ist. Mit der Größe dieses senkrechten Druckes muß die Größe der Gleitfläche wachsen, wenn die Abnutzung durch Reibung nicht zu groß werden soll.

Die Gleitschuhe bestehen entweder aus Gußeisen oder aus Messing, im ersteren Falle werden sie oft an den Gleitflächen mit Messingplatten belegt, oder man gießt sie auch mit Weißmetall aus.

Die Gleitflächen sind mit Vorsprüngen g versehen, Fig. 468 und 469, durch welche sie sich gegen den Kreuzkopf legen und in ihrer richtigen Lage erhalten werden; die Schrauben s s dienen zur weiteren Befestigung.

Die Gleitschuhe werden häufig mit besonderen Gefäßen zur Schmierung ihrer Gleitflächen versehen; ein solches Schmiergefäß ist in den Fig. 470 und 471 bei n für den unteren Gleitschuh angedeutet; die Schmierung für den oberen bringt man bequemer auf der oberen Gleitbahn an.

Bei dem Kreuzkopfe Fig. 470 bis 472 bestehen die Gleitschuhe und der eigentliche Kreuzkopf aus einem Stück Schmiedeeisen, die Gleitflächen sind mit besonderen Belegstücken von Messing versehen oder mit Weißmetall ausgegossen. Die abweichende Art der Befestigung des Bolzens b haben wir schon bei dem vorigen Kreuzkopfe behandelt. Die mit den Schuhen aus einem Stücke bestehenden Kreuzköpfe können bedeutend leichter als die vorigen hergestellt werden, sind also besser, ihre Herstellungsart ist jedoch erheblich theurer. Neuerdings werden diese Kreuzköpfe vielfach mit Hülfe von Wasserkraftpressen im heißen Zustande gepreßt, sie bedürfen dann nur geringer Nacharbeiten; die Preßvorrichtungen zur Herstellung sind aber sehr kostspielig. Wo diese fehlen, muß man aus einem roh geschmiedeten Blocke Eisen, welchem man äußerlich annähernd die gewünschte Form giebt, durch Arbeitsmaschinen die richtige Form herstellen.

Die Fig. 473 bis 476 zeigen einen Kreuzkopf, Fig. 475 den Gleitschuh, bei welchem, im Gegensatze zu den früheren, nicht zwei, sondern vier Gleitbahnen nothwendig sind; er wird nur noch bei innenliegenden Cylindern angewandt, da seine Höhe gering ist, also eine tiefe Lage des Kessels zuläßt.

Die Einrichtung des Kreuzkopfes ist ohne Beschreibung verständlich.

Der kegelförmige Ansatz c an der inneren Seite des Kreuzkopfes ist kürzer als der andere gehalten. Der Kreuzkopfbolzen wird durch den Schraubenbolzen b im Kreuzkopfe befestigt. Das selbstthätige Lösen der Schraube d wird durch das kleine Schräubchen i verhindert. Die Durchbohrung bei n ist mit Gewinde versehen,

um durch einen sich gegen den Kreuzkopf stützenden Bügel und eine in dieses Gewinde passende Schraube die Lösung des Kreuzkopfbolzens zu bewirken.

In Fig. 477 ist ein Kreuzkopf A in seiner mittleren Stellung nebst den beiden Gleitbahnen B und dem Gleitbahnhalter C gezeichnet, ein Theil der Kurbelstange D und das Rad der Vorderachse sind angedeutet. Durch letzteres ist häufig die Länge der Gleitbahnen bedingt.

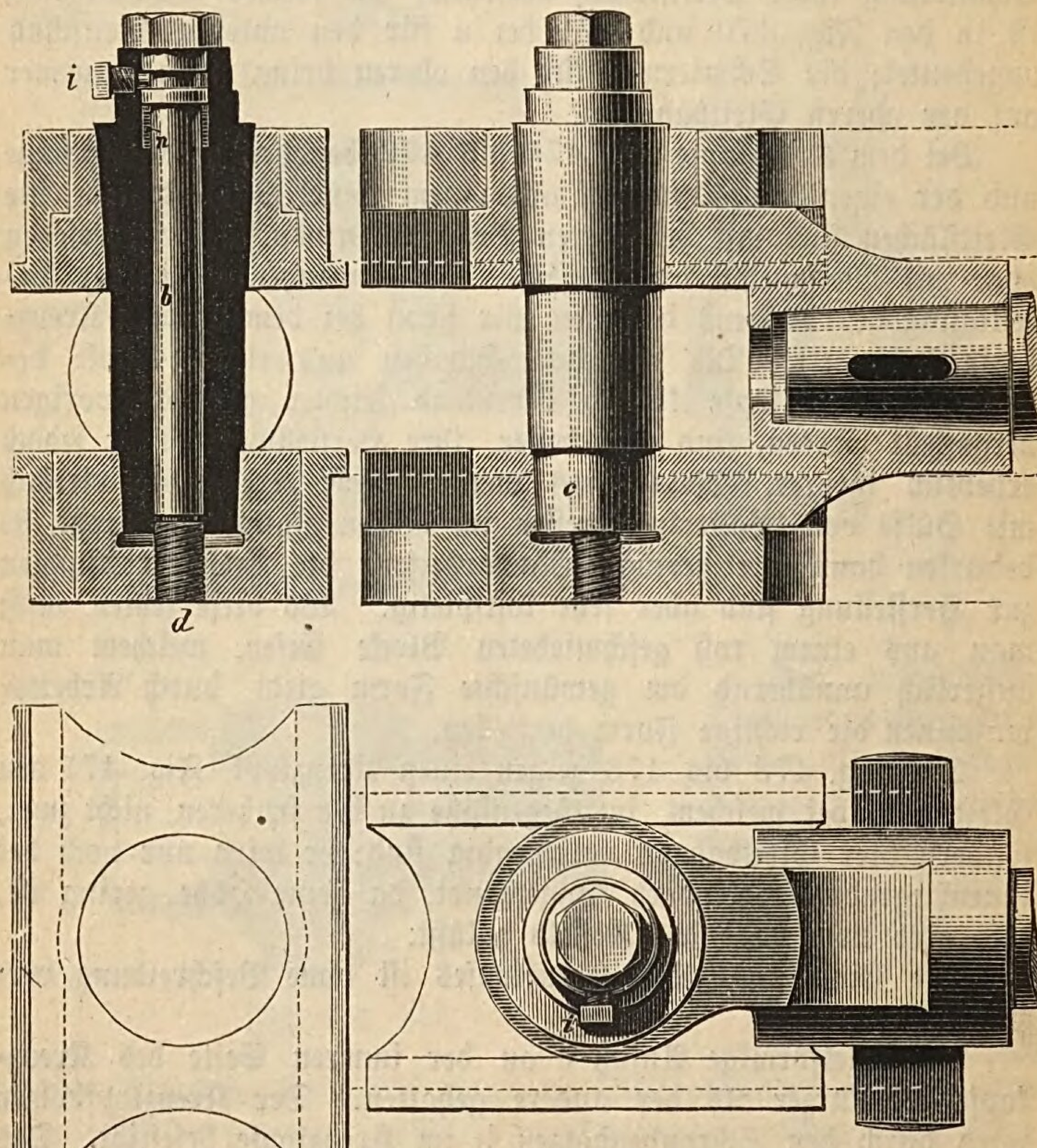



Fig. 473—476.

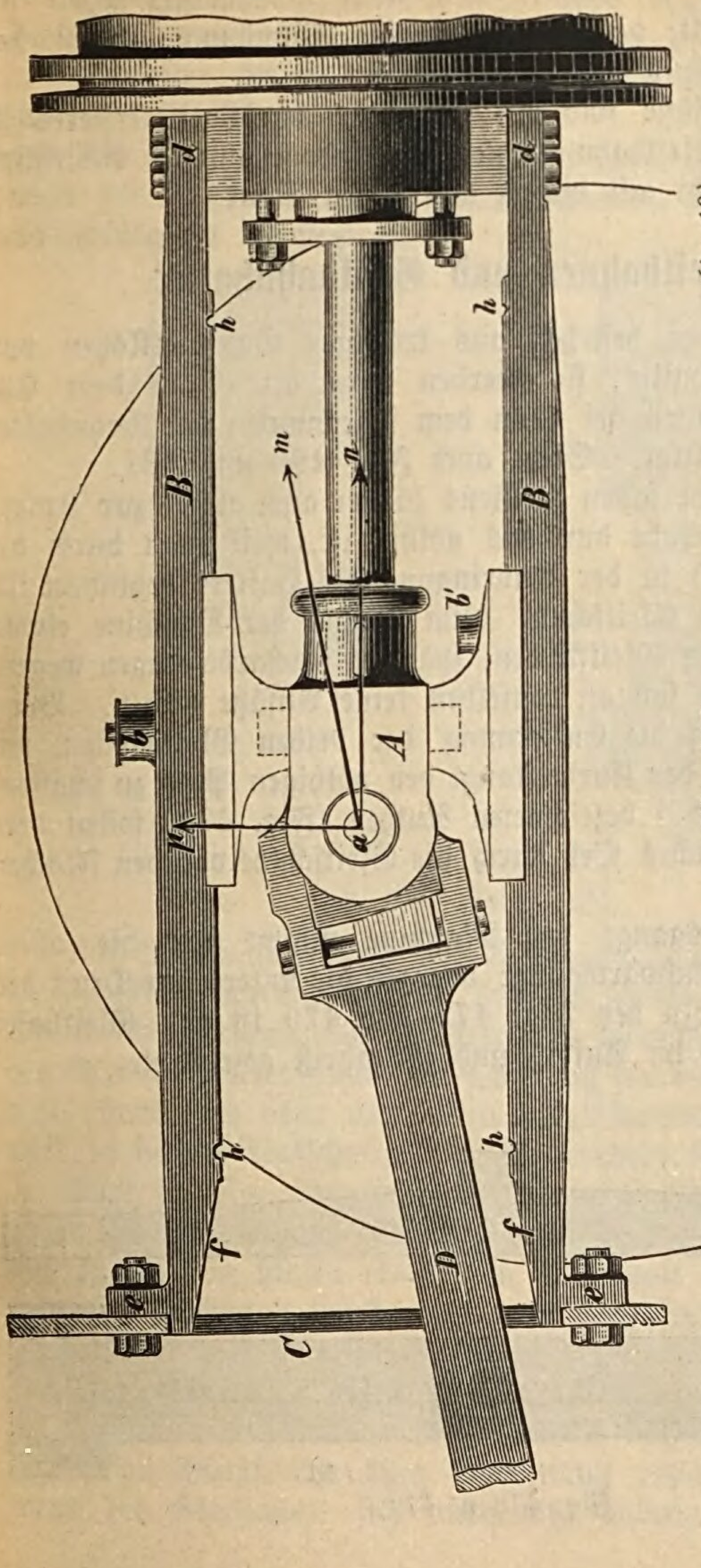


Fig. 477. (1 : 10)

Der Kreuzkopf hat eine von den früheren Einrichtungen abweichende und fehlerhafte Form, indem der Bolzen nicht mitten unter die Gleitklötze, sondern weiter nach hinten verlegt ist, wodurch das Kreuzkopflager allerdings mehr zugänglich wird; die Gleitklötze sind auf punktirt angegebene Zapfen gesteckt.

Der Druck der Kurbelstange wirkt in der Richtung a m auf den Zapfen; diese Kraft kann in zwei andere Kräfte a n und a p zerlegt werden, deren erstere durch die Kolbenstange und deren zweite durch die Gleitbahnen aufgenommen wird. Da die Kraft a p nicht mitten unter die Gleitschuhe, sondern dieselben

mehr hinten trifft, so werden diese nicht gleichmäßig gegen die Gleitbahnen gedrückt; der Druck und die Abnutzung werden dadurch hinten bedeutend stärker werden als vorn.

Die Schmiergefäße sind mit b und b′ bezeichnet, ersteres ist auf der oberen Gleitbahn, letzteres auf dem unteren Gleitschuh befestigt oder besteht mit diesem aus einem Stück.

## 13. Gleitbahnen und Gleitbahnhalter.

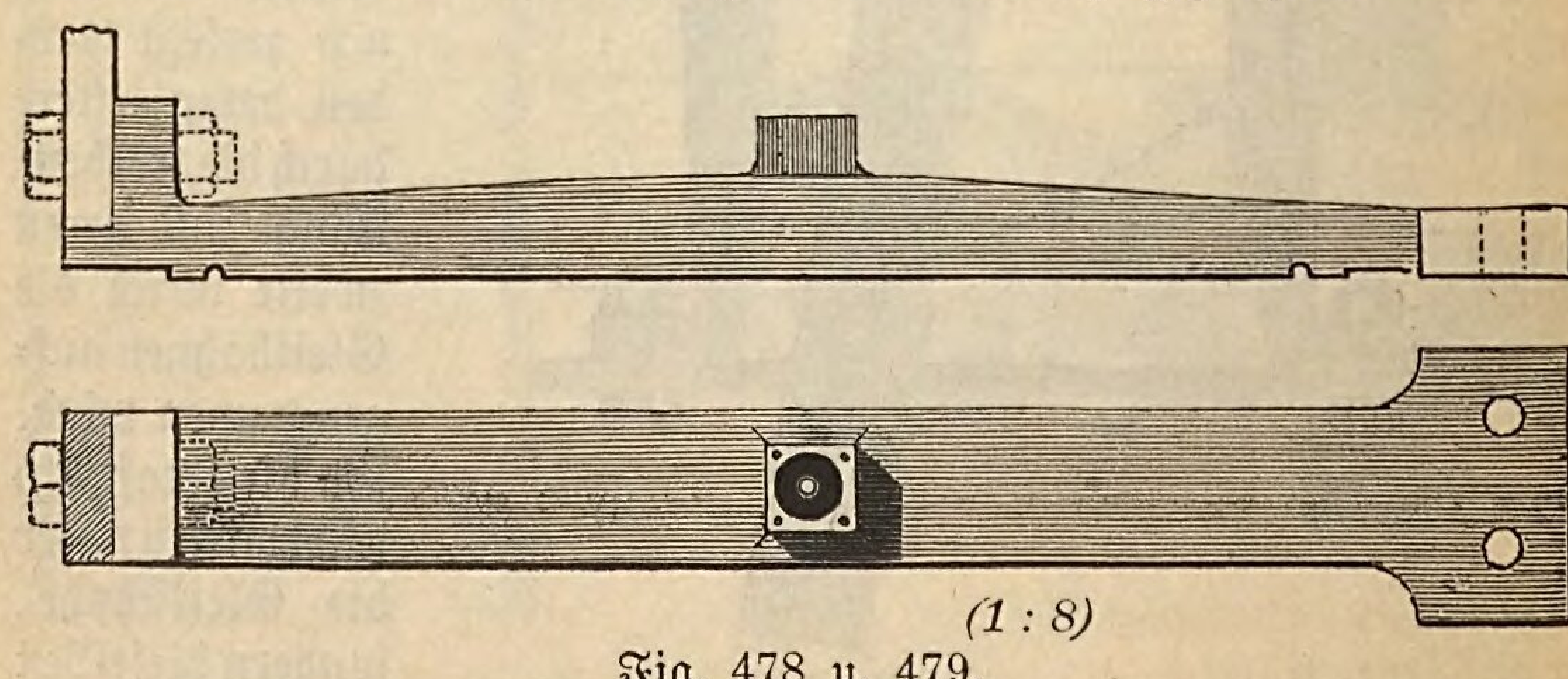
Die Gleitbahnen bestehen aus kräftigen Gußstahlklötzen von viereckigem Querschnitte, sie werden vorn bei d an dem Cylinderdeckel und hinten bei e an dem sogenannten Gleitbahnhalter C (Fig. 477) befestigt. Siehe auch Fig. 480 und 481.

Die Gleitbahnen fallen meistens länger aus, als es zur Unterstützung der Gleitschuhe durchaus nöthig ist, weil man durch die Vorderachse vielfach in der Anbringung des Halters behindert ist.

Man läßt die Gleitschuhe beim Gange der Maschine etwas über die eigentlichen Gleitflächen, späterer Nacharbeitungen wegen, hinausgehen, damit sich an denselben keine Ansätze bilden. Bei f erweitert sich häufig die Entfernung der beiden Gleitbahnen, um für die Bewegung der Kurbelstange den nöthigen Platz zu schaffen.

Die kleinen mit h bezeichneten Nuthen (Fig. 477) sollen verhüten, daß sämmtliches Oel durch die Gleitschuhe von den Flächen geschoben werde.

Beim Vorwärtsgange der Maschine nimmt nur die obere Gleitbahn, beim Rückwärtsgange dagegen die untere den Druck des Kreuzkopfes auf. In den Fig. 478 und 479 ist eine Gleitbahn nochmals besonders im Aufriß und Grundriß gezeichnet.



(1 : 8)

Fig. 478 u. 479.

Die Fig. 480 und 481 zeigen zwei verschiedene **Gleitbahnhalter**, deren ersterer für eine ein- oder zweifach gekuppelte und deren zweiter für eine dreifach oder noch öfter gekuppelte Locomotive bestimmt ist.

Die Gleitbahnhalter bestehen aus einem einfachen Bleche C von etwa 20—25 mm Stärke, welches durch die Winkeleisen w an dem Längsträger f befestigt ist.

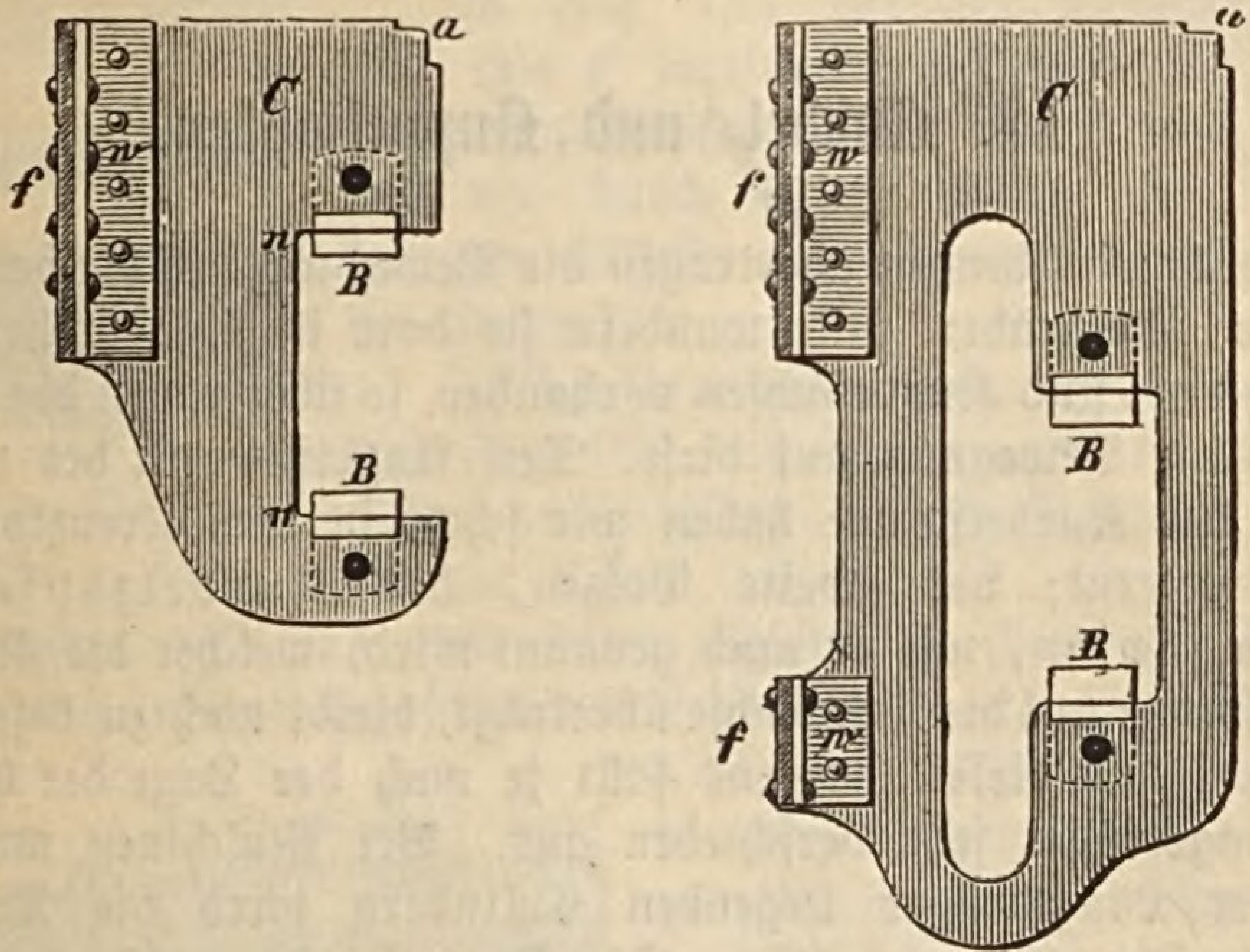



Fig. 480 u. 481. *(1 : 24)*

Die Gleitbahnen sind mit B bezeichnet, der Ausschnitt bei a ist zur Durchführung des am äußeren Rande des Trittbleches der Locomotive herlaufenden Winkeleisens gemacht. In Fig. 481 ist der Gleitbahnhalter hinter der Oeffnung für die Kurbelstange nochmals stark nach oben und unten ausgeschnitten; es ist das nöthig, weil in diesem Ausschnitte sich die vordere Kuppelstange bewegt.

Auch in Fig. 480 tritt der Gleitbahnhalter bei n n etwas gegen die Gleitbahnen zurück, um den Kreuzkopf mit den Kreuzkopfschuhen von hinten einschieben zu können. Ohne die Erweiterung der Oeffnung würde man, um den Kreuzkopf losnehmen zu können, stets die eine Gleitbahn entfernen müssen.

Man richtet die Befestigung der Gleitbahn mit dem Gleitbahnhalter und dem Cylinderdeckel oft so ein, daß man durch Zwischenlegen von Blechstücken ihre Entfernung etwas verkleinern kann, wenn die Gleitschuhe sich ausgenutzt haben; es ist bei der an-

gegebenen Anordnung hierauf keine Rücksicht genommen, wir halten es für richtiger, sich durch Unterlegen der Gleitschuhe oder, bei Kreuzköpfen der Fig. 470—472, durch Unterlegen der eingesetzten Messingplättchen zu helfen; man braucht dann nicht zu befürchten, daß die Gleitbahnen, falls vorn und hinten die zwischengelegten Stücke nicht genau gleich stark sind, eine geneigte Lage gegen einander bekommen und der Kreuzkopf sich klemmt.

## 14. Kurbel- und Kuppelzapfen.

Die Kurbelstangen übertragen die Bewegung der Kolbenstangen auf die Treibräder und wandeln sie dort in eine drehende Bewegung um; sind Kuppelachsen vorhanden, so übertragen die Kuppelstangen die Bewegung auf diese. Den Angriffspunkt des vorderen Kopfes der Kurbelstange haben wir schon in dem Kreuzkopfbolzen kennen gelernt; der zweite Bolzen, der Kurbelzapfen oder Krummzapfen, wie er auch genannt wird, welcher die Kraft der Kurbelstange auf die Treibachse überträgt, bleibt noch zu beschreiben.

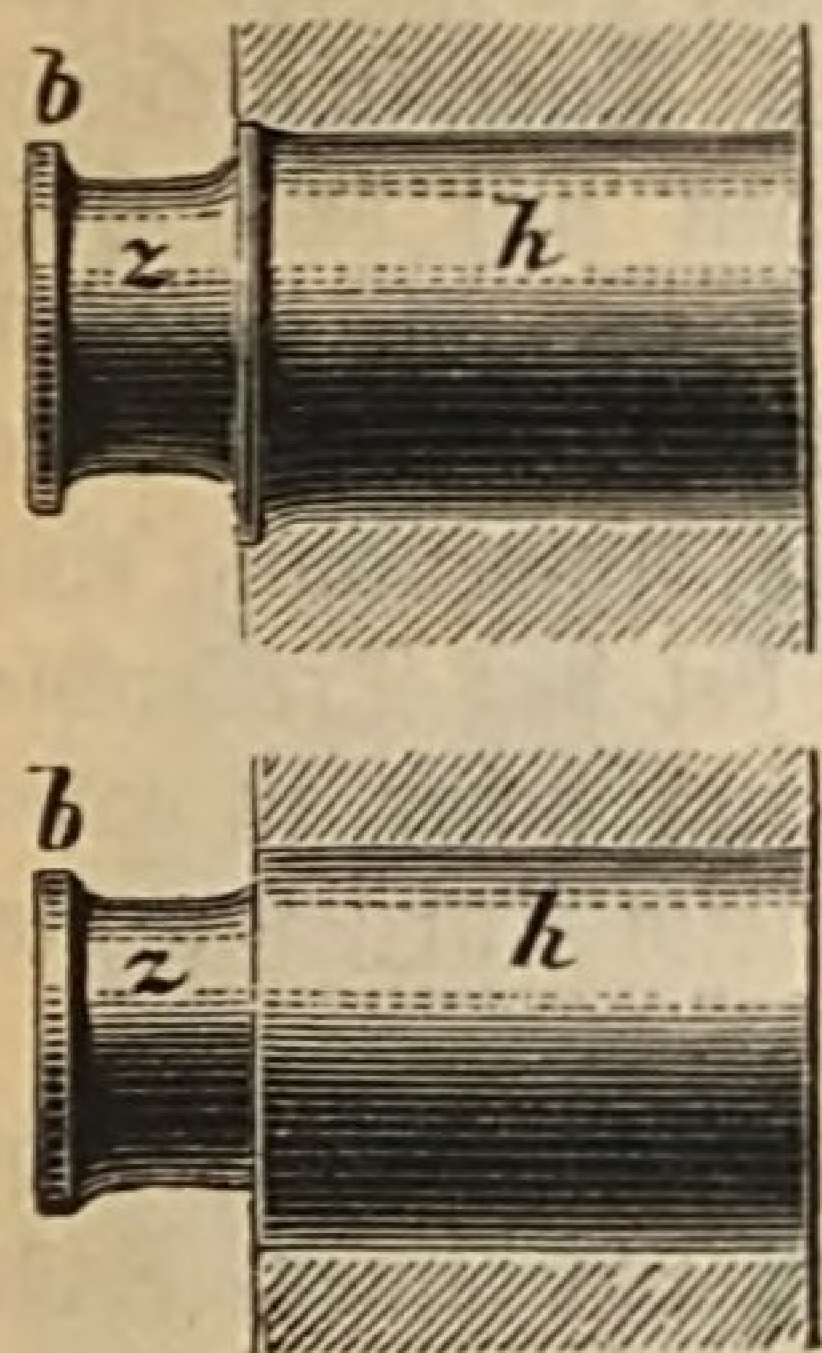
Die Form dieses Zapfens fällt je nach der Lage der Cylinder und Längsträger sehr verschieden aus. Bei Maschinen mit innerhalb der Längsträger liegenden Cylindern wird die Treibachse gekröpft, Fig. 337 und 370. Die Kurbelstange greift unmittelbar in dieser Kröpfung an der Achse an, und bildet diese selbst dort den Kurbelzapfen.

Liegen die Cylinder außerhalb der Räder und diese außerhalb der Längsträger, so wird der Kurbelzapfen unmittelbar in dem Treibrade in derselben Weise befestigt wie dieses auf der Achse.

Man findet Kurbelzapfen, welche (Fig. 483) mit dem cylindrischen oder ganz schwach kegelförmigen Halse h einfach bis auf die gewünschte Tiefe in das Rad gepreßt sind, oder solche, bei welchen (Fig. 482 u. 485) ein Bund diese Pressung begrenzt, und endlich solche (Fig. 484), wo nach der Befestigung noch eine Vernietung des hinteren Endes im Rade vorgenommen ist.

Die Einpressung des Zapfens muß mit der Wasserkraftpresse und mit nicht zu geringem Drucke vorgenommen werden, wenn derselbe zuverlässig fest sitzen soll. Die Form des Halses betreffend gelten dieselben Regeln, welche bei dem in der Radnabe sitzenden Theile des Achsschaftes aufgestellt wurden.

Die Fig. 482 und 483 stellen den Kurbelzapfen einer ungekuppelten Maschine dar, der Theil z dient dem Kurbelstangenkopfe als Angriffspunkt, der Bund b soll das Abgleiten desselben von der Stange verhindern.



(1 : 8)
Fig. 482 u. 483.

In Fig. 484 ist der Kurbelzapfen einer einfach und in Fig. 485 einer mehrfach gekuppelten Locomotive gezeichnet.

In Fig. 484 hat der Kurbelzapfen z eine mit z′ bezeichnete Verlängerung, welche den Kuppelzapfen bildet; der weitere Ansatz mit der durch einen Splint auf ihn befestigten Scheibe s verhindert das Abgleiten der Kuppelstange.

Ist die Locomotive mehrfach gekuppelt, so sitzt, Fig. 485, der Kurbelzapfen z weiter nach außen und bildet der Kurbelzapfen z′ den inneren Theil.

Die Fig. 482 und 483 stellen zugleich die Form des Kuppelzapfens einer mehrfach gekuppelten Locomotive dar, desgleichen Fig. 486, bei welcher das Abgleiten der Kuppelstange durch eine eingedrehte Nuth, in welche sich ein entsprechender, den Lagerschalen angedrehter ringförmiger Ansatz legt, verhindert wird.

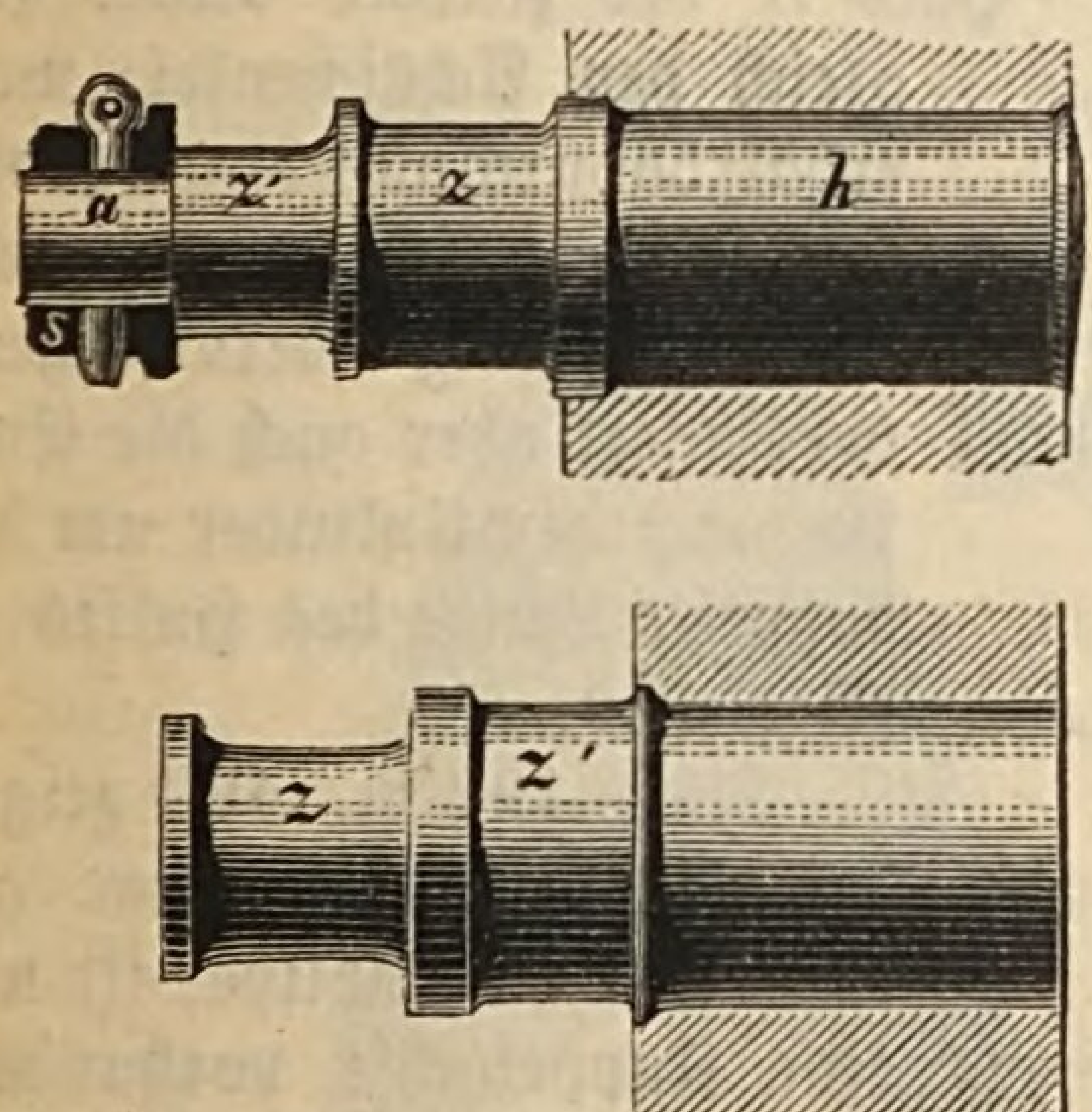


Fig. 484 u. 485. (1 : 8)

Die Einrichtung der Fig. 486 hat den großen Vortheil, daß der Zapfen um die Dicke des Bundes b kürzer sein darf als in den Fig. 482 und 483, was nicht zu unterschätzen ist, da mit der Kurbelzapfenlänge bei mehrfach gekuppelten Locomotiven die Entfernung der Dampfcylinder von einander und damit die Größe der Gegengewichte der Räder ꝛc. wächst.

Die Fig. 487 zeigt den Kuppelzapfen einer zweifach gekuppelten Locomotive; die Form desselben ist der des Zapfens in Fig. 494 gleich, bis auf den Theil c, welcher hier kegelförmig sein kann.

Liegen die Längsträger außerhalb der Räder (Locomotive von Hall), so können die Zapfen nicht an den Rädern befestigt werden, man wendet in solchen Fällen Kurbeln an, welche die gleiche Form haben (Fig. 488 und 489) wie die bei stehenden Dampfmaschinen. Derartige Kurbeln werden mit dem Halse auf die Achse gepreßt oder warm, wie die Radreifen, aufgezogen; sie würden auch ohne einen besonderen Keil festsitzen, die Anwendung eines solchen ist jedoch ebenso wie bei den Treibachsen und Kuppelachsen rathsam, um sicher zu gehen, daß Kurbel oder Rad sich beim Aufziehen nicht versetzt.

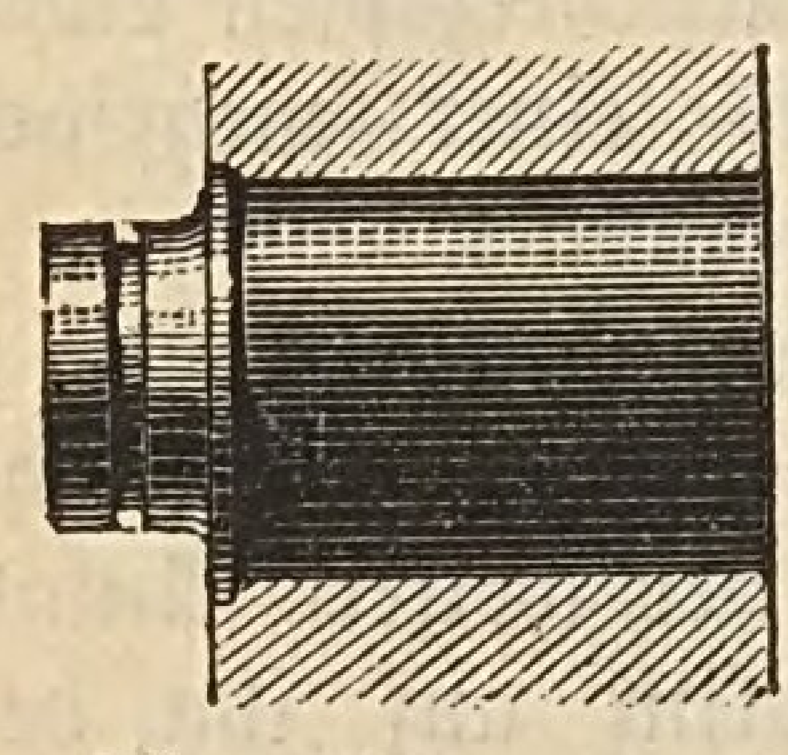


Fig. 486. *(1 : 8)*

Der Zapfen besteht mit der Kurbel meist aus einem Stück, kann jedoch auch besonders eingesetzt werden.

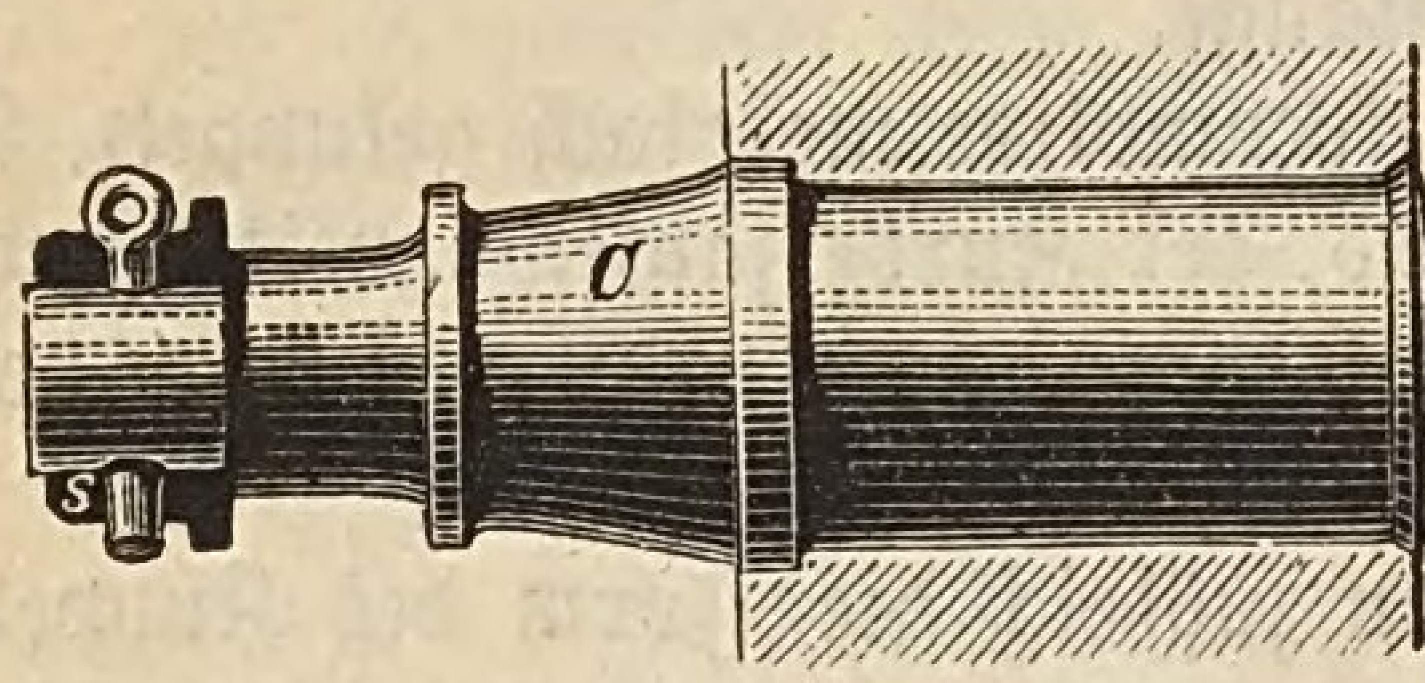



Fig. 487. *(1 : 8)*

In Fig. 490 und 491 ist eine andere Einrichtung des Kurbelzapfens dargestellt, der Hals h der Kurbel bildet zugleich den Achsschenkel; man erhält dadurch allerdings große und schwere Achslager, welche viel Reibung verursachen, verringert aber auch die Entfernung der Cylinder um die doppelte Länge des Halses in Fig. 489.

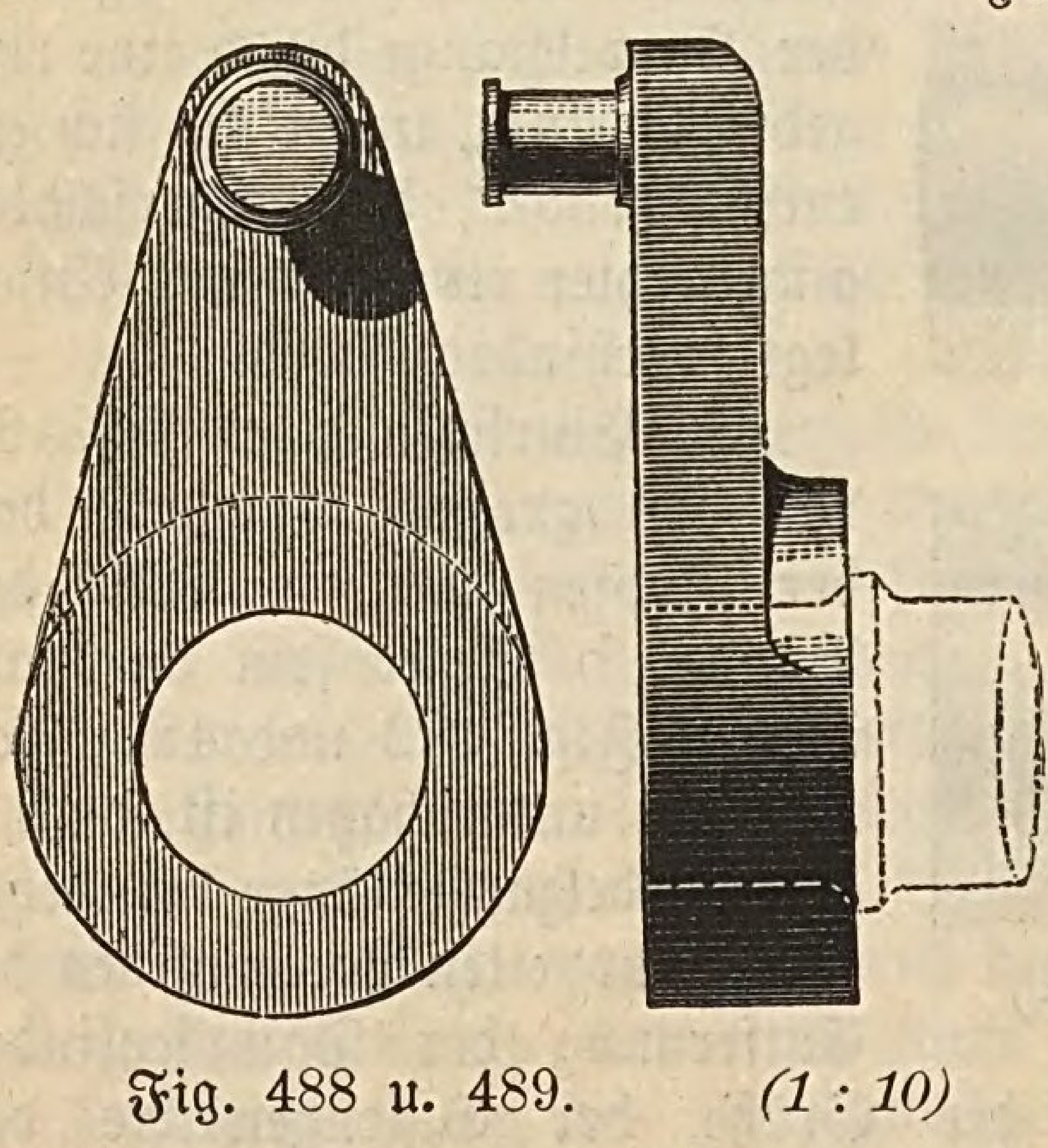


Fig. 488 u. 489. *(1 : 10)*

Fig. 492 u. 493 zeigen den Kurbelzapfen einer gekuppelten Locomotive; ist nur eine Kuppelachse vorhanden, so bildet z den Kurbel- und und z′ den Kuppelzapfen; ist die Maschine mehrfach gekuppelt, so wird umgekehrt z′ der Kurbel- und z der Kuppelzapfen.

Liegt die Treibachse wie bei den Locomotiven von Crampton, hinter der Feuerkiste, so fehlt sowohl auf der Achse der Platz zur Anbringung der Excentrics, als auch unter der Maschine der für

die Excentricstangen; man ist gezwungen, die ganze Steuerung nach außen zu verlegen. Fig. 494 und 495 zeigen einen solchen Zapfen; h ist wieder der Hals der Kurbel, der zugleich als Achslager dient, und z der eigentliche Kurbelzapfen; letzterer ist mit einer Gegenkurbel C versehen, welche genau in der Mittellinie der Achse in den Zapfen D übergeht, welcher selbst wieder zur Aufnahme der Excentrics bestimmt ist. Die ganze Einrichtung kann in einem Stück hergestellt werden oder aus mehreren Theilen bestehen. Man befestigt entweder den Zapfen z mit der Gegenkurbel C in der Kurbel K, oder man macht die Kurbel K, den Zapfen z und die Gegenkurbel C aus einem Stück und setzt den Zapfen D ein.

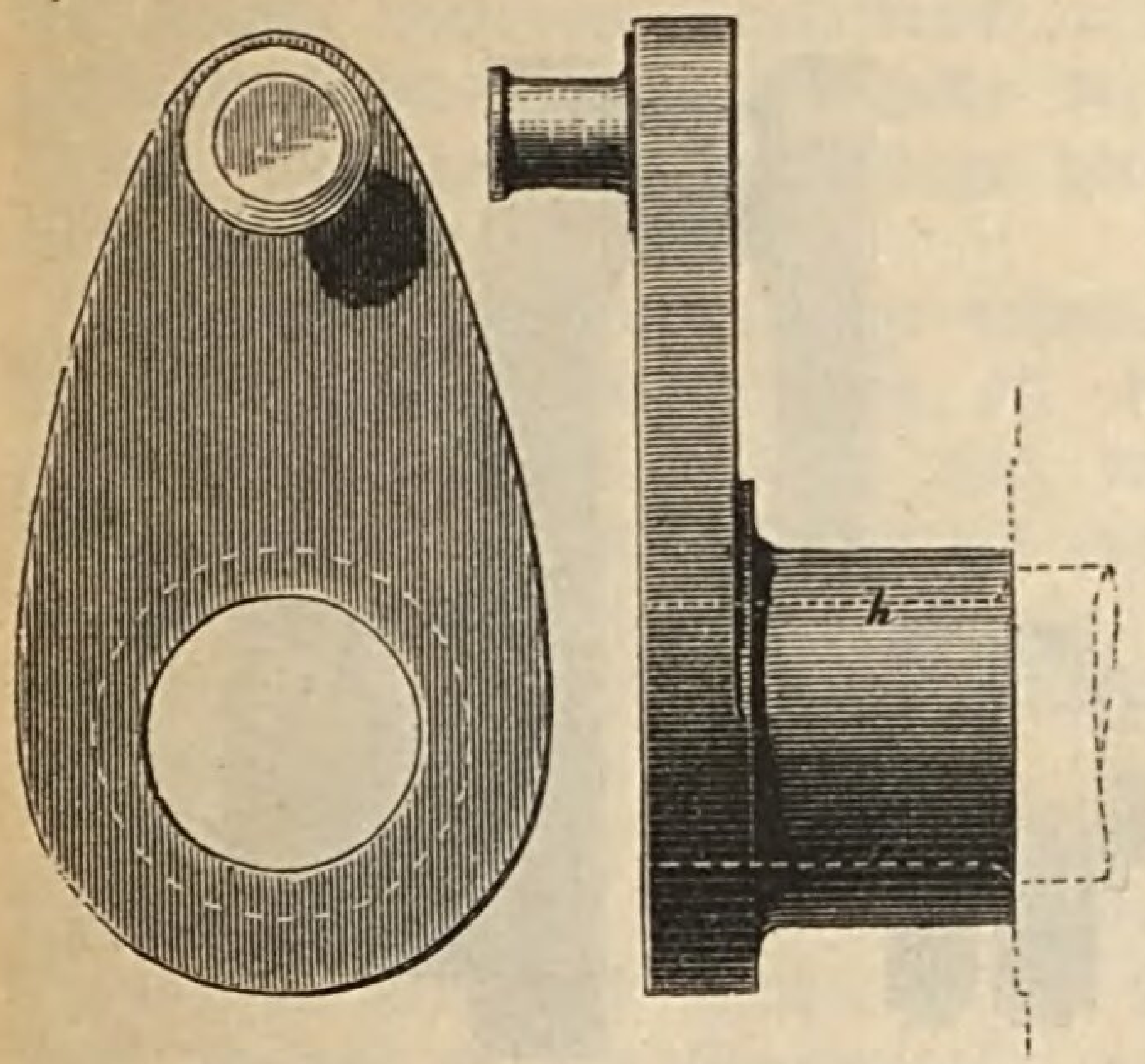
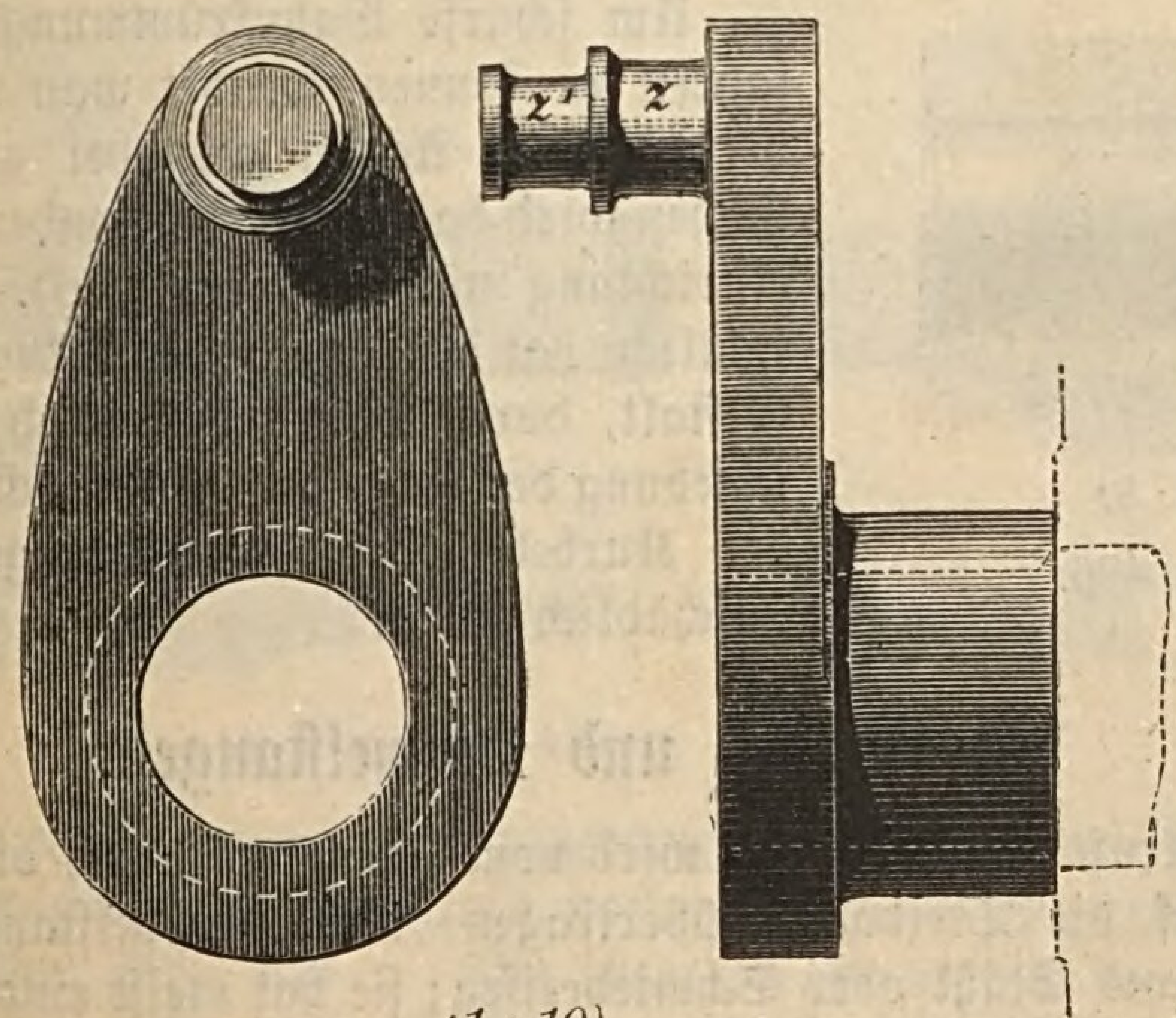



Fig. 490 u. 491. *(1 : 10)*




*(1 : 10)*

Fig. 492 u. 493.

Die Gegenkurbel C wird bei allen Locomotiven nach der Anordnung Crampton's und überhaupt solchen, bei welchen die Treibachse hinter der Feuerkiste liegt, nöthig, mag der Längsträger außerhalb der Räder liegen und der Zapfen z an der Kurbel K oder unmittelbar im Rade befestigt sein.

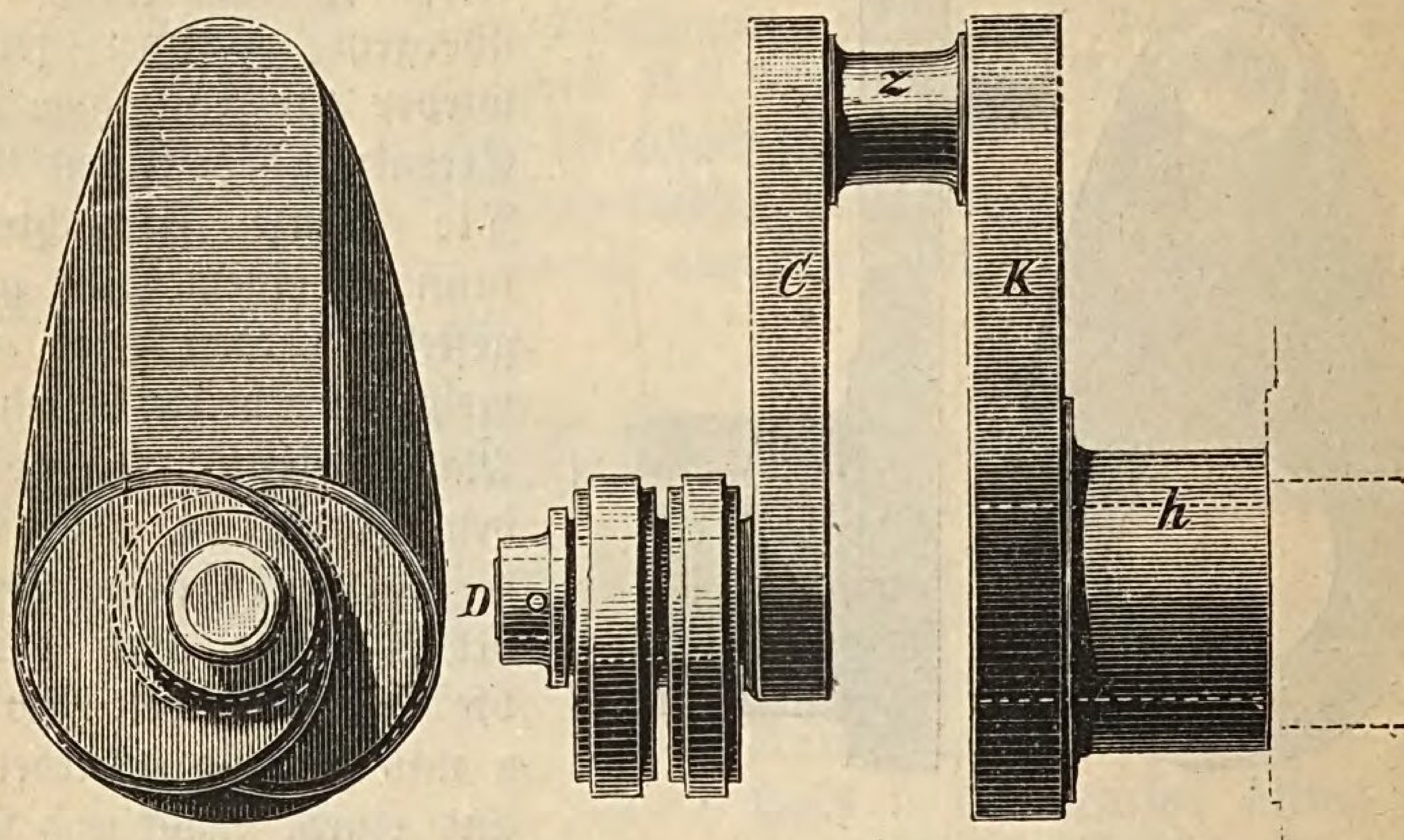
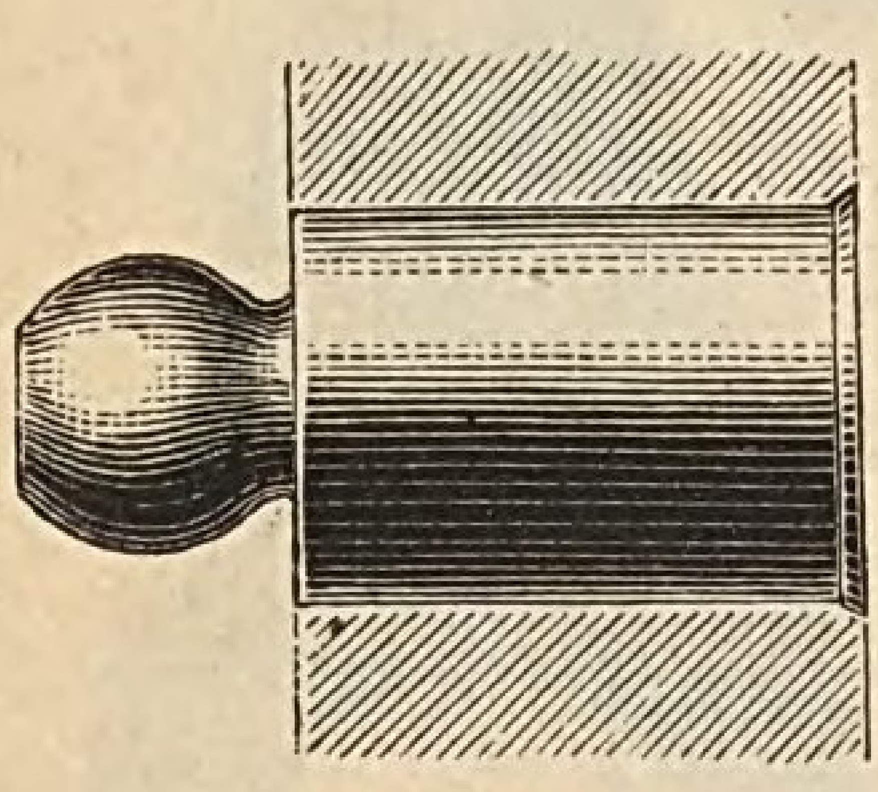



Fig. 494 u. 495. (1 : 10)



(1 : 8)
Fig. 496.

Um scharfe Bahnkrümmungen durchfahren zu können, wendet man oft seitlich verschiebbare Achsen an; bei gekuppelten Achsen wird dadurch eine besondere Zapfeneinrichtung nöthig (Fig. 496). Wie ersichtlich, hat der Zapfen eine kugelförmige Gestalt, durch welche die durch die Verschiebung der Achse veranlaßte schräge Lage der Kurbel- oder Kuppelstange zu ihm unschädlich wird.

## 15. Kurbel- und Kuppelstangen.

Die Kraft der Maschine wird vom Kreuzkopf durch die Kurbelstange auf die Treibachse übertragen; diese Kurbelstange besteht entweder aus Stahl oder Schmiedeeisen; sie hat meist einen länglich viereckigen Querschnitt und ist an beiden Enden mit Köpfen versehen, welche den Angriff an dem Kreuzkopfbolzen und dem Kurbel-

zapfen vermitteln. In neuerer Zeit macht man den Querschnitt von langen Kurbelstangen, um das Gewicht derselben zu verringern, besonders bei Personenzug-Maschinen, vielfach I-förmig. Bei älteren Maschinen findet man noch Stangen mit runden Querschnitten.

Die Kurbelstangen müssen genügend stark sein, den ganzen auf den Kolben wirkenden Dampfdruck aufnehmen zu können, ohne zu zerknicken. Man macht die Höhe der Stangen größer als die Breite, weil beim raschen Gange der Maschine ihr eigenes Gewicht sie zu biegen sucht.

Die Köpfe der Kurbelstange nehmen die Lager für die Zapfen auf, welche meist aus Rothguß, oft aber auch aus Schmiedeeisen oder Stahl bestehen. Lager aus den letztgenannten Metallen werden zweckmäßig mit Weißmetall ausgegossen.

Es lassen sich dieselben Gründe, welche wir schon bei den Achslagern kennen gelernt haben, für und gegen die Anwendung von Weißmetalllagern anführen.

Die Fig. 497 u. 498 zeigen eine Kurbelstange ohne Lager, die Zapfen sind bei z und z′ angedeutet; S ist die eigentliche Stange, K′ der Kopf, welcher an dem Kreuzkopfbolzen, und K der Kopf, welcher an dem Krummzapfen angreift.

Der Kopf K′ ist in den Fig. 499 u. 500, der Kopf K in

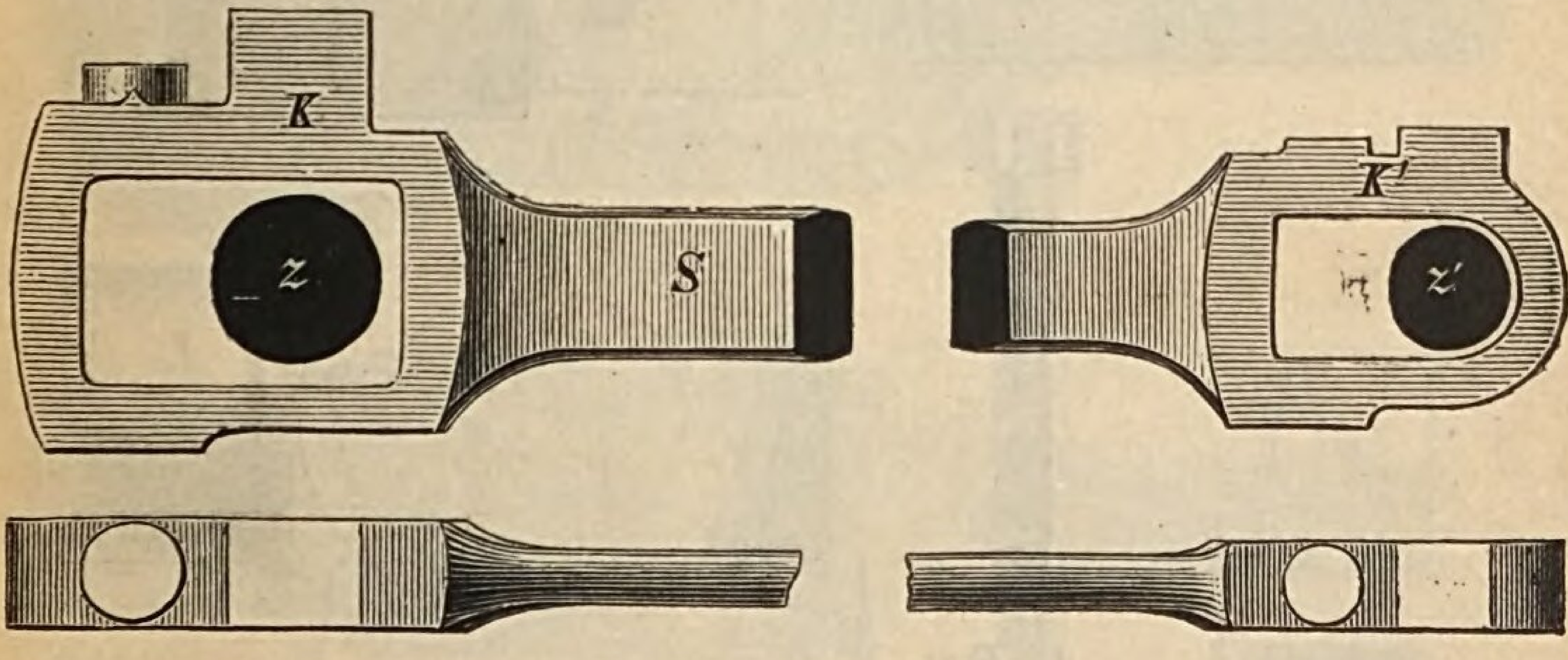



Fig. 497 u. 498.

Fig. 499 u. 500 nebst den zugehörigen Lagern und Stellvorrichtungen in größerem Maßstabe nochmals besonders gezeichnet.

In den Fig. 509 u. 510 bedeutet S wieder die eigentliche Kurbelstange, K den Kurbelstangenkopf, das Schmiergefäß ist mit g bezeichnet. Die eine Lagerhälfte L ist nochmals in drei

(Fig. 501 bis 503), die andere L′ (Fig. 504 u. 505) in zwei Ansichten besonders gezeichnet, ebenso die Schraube n (Fig. 506) zur Verstellung des in zwei Ansichten dargestellten Stellkeiles p (Fig. 507 u. 508) zum Anziehen der Lagerschalen.

Man bringt zuerst die Lagerschale L in die Höhlung des Kopfes und schiebt sie so weit nach vorn, wie es geht; es legen sich dann die Rippen r und r′ gegen den Kopf und verhindern die seitliche Verschiebung der Lagerschale.

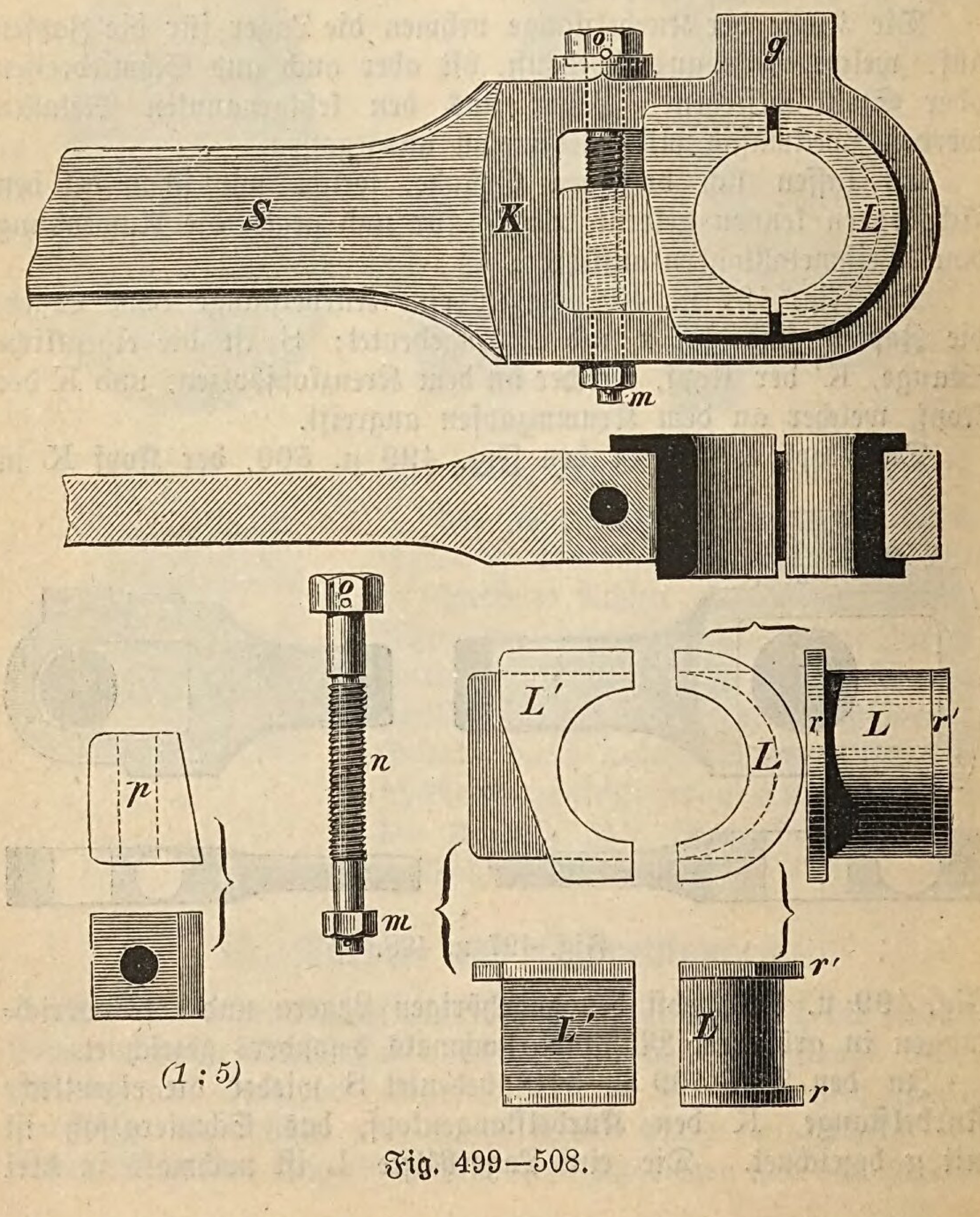



Fig. 499—508.

Nach Einlegung der zweiten Lagerschale L′ schiebt man von der Seite den Keil p ein, welcher selbst, und so auch die Lagerschale, durch die nun einzubringende Stellschraube n gehalten wird. Der Keil p ist durchbohrt und mit zu der Schraube n passendem Gewinde versehen; durch Drehung dieser Schraube wird er sich, da die Schraube selbst an ihrem Platz bleibt, heben und die beiden Lagerschalen gegen einander drücken. Der Stift o und die Mutter m verhindern die Lösung der Stellschraube während der Fahrt. Den so zusammengestellten Kurbelstangenkopf bringt man in den Kreuzkopf, und wird die Verbindung beider durch den Kreuzkopfbolzen hergestellt.

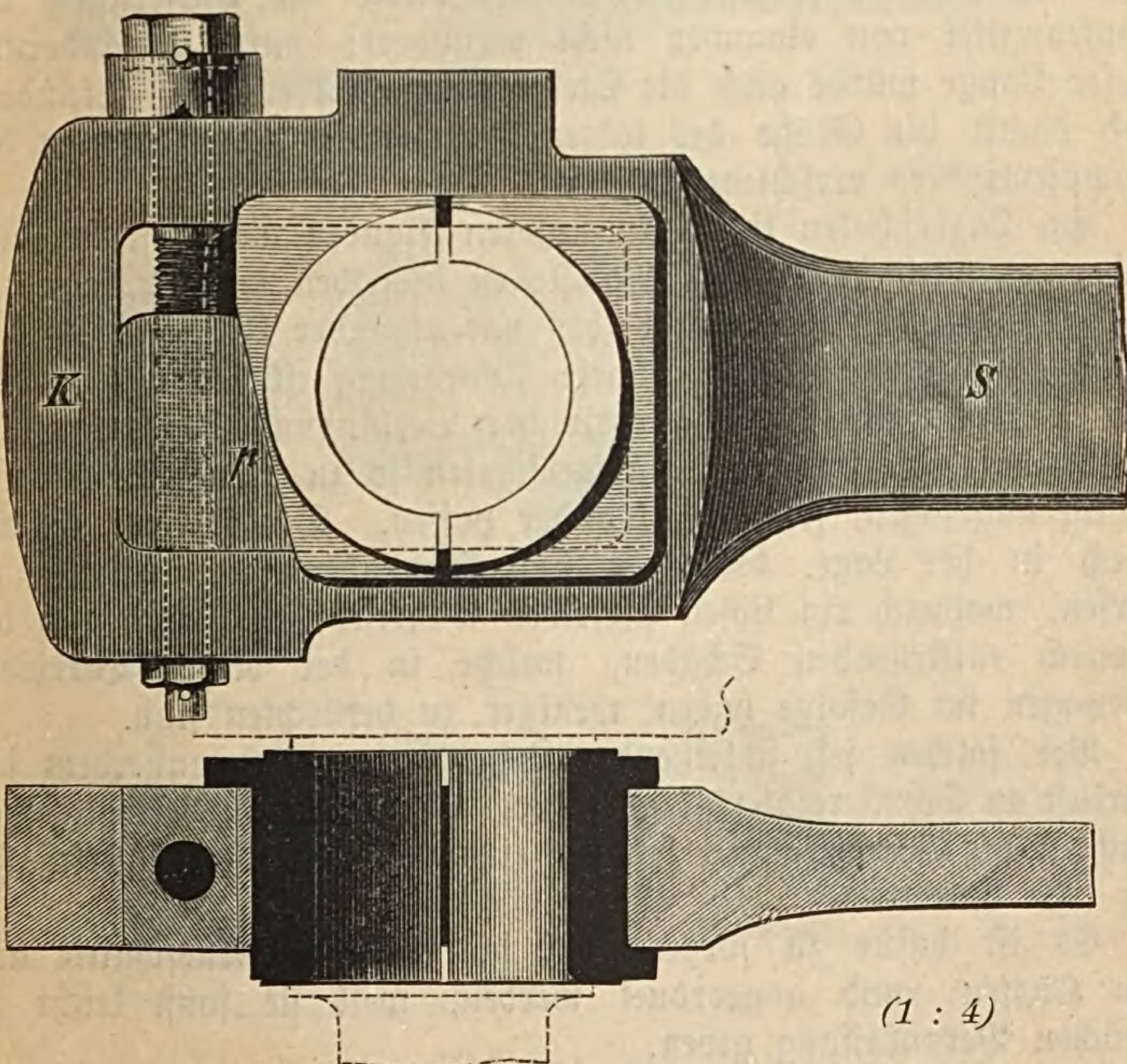



Fig. 509 u. 510.

Der zweite Kopf der Kurbelstange (Fig. 509 u. 510) hat ebenfalls zwei Lagerschalen und der Hauptsache nach die gleiche Einrichtung des vorigen Kopfes; dieselben Buchstaben bezeichnen

dieselben Theile; die Aufbringung auf den punktirt angedeuteten Kurbelzapfen wird von der vorigen Art nur dadurch verschieden, als dieselbe vor der Einlegung des Keils p geschehen muß, weil der Bund des Zapfens das nachherige Aufschieben der Stange verhindert. Die Oeffnung im Kopfe muß so groß gemacht werden, daß die Lagerschalen in ihrer entferntesten Lage von einander das Ueberschieben des Kopfes über den Bund des Zapfens nicht behindern.

Es ist bei der Anordnung zu beachten, daß die Stellvorrichtung bei beiden Köpfen der Stange an derselben Seite des Zapfens angebracht werden muß, damit sich nach Abnutzung der Lagerschalen durch die Nachstellung beider Keile die Entfernung der Zapfenmittel von einander nicht verändert; durch Veränderung dieser Länge würde auch die Stellung des Kolbens sich verändern und damit die Größe des todten Raumes an beiden Seiten des Dampfcylinders verschieden werden.

Die Lagerschalen liegen in unseren Figuren nicht fest vor einander, es wird dadurch ein Nachstellen derselben möglich, ohne sie vorher losnehmen und von beiden vor einander liegenden Flächen etwas abfeilen zu müssen. Diese Anordnung ist für den Führer sehr bequem, für die Sicherheit der Verbindung dagegen ist es vortheilhaft, die Größen der Lagerschalen so zu bemessen, daß sie, richtig angezogen, fest vor einander passen. Der Führer ist dadurch in der Lage, die Keile und Schrauben fest anziehen zu dürfen, wodurch ein Lösen derselben während der Fahrt und die dadurch entstehenden Schäden, welche in der Regel Betriebsstörungen im Gefolge haben, weniger zu befürchten sind.

Bei solchen fest schließenden Lagerschalen wird außerdem der Verlust an Schmiermaterial geringer. Einzelne Bahnverwaltungen erachten die Vortheile von fest vor einander passenden Lagerschalen für sehr bedeutend.

Es ist dafür zu sorgen, daß die Ecken der Ausschnitte aus den Köpfen rund angeordnet werden, weil sie sonst leicht zu Brüchen Veranlassung geben.

Der in den Fig. 511, 512 u. 513 gezeichnete Kopf ist bestimmt, die Verbindung mit dem Kreuzkopf herzustellen. Fig. 511 stellt die vordere Ansicht dar; die überstehenden Lappen der Lagerschalen fallen auf der Rückseite bis auf das kleine mit r bezeichnete Stück fort, weil man sie sonst nicht würde einbringen können.

Ein Herausfallen der Schalen während der Fahrt ist nicht zu befürchten, da sie von beiden Seiten durch den Kreuzkopf gehalten werden. Die Stange S hat, abweichend von den vorigen Figuren, einen I-förmigen Querschnitt.

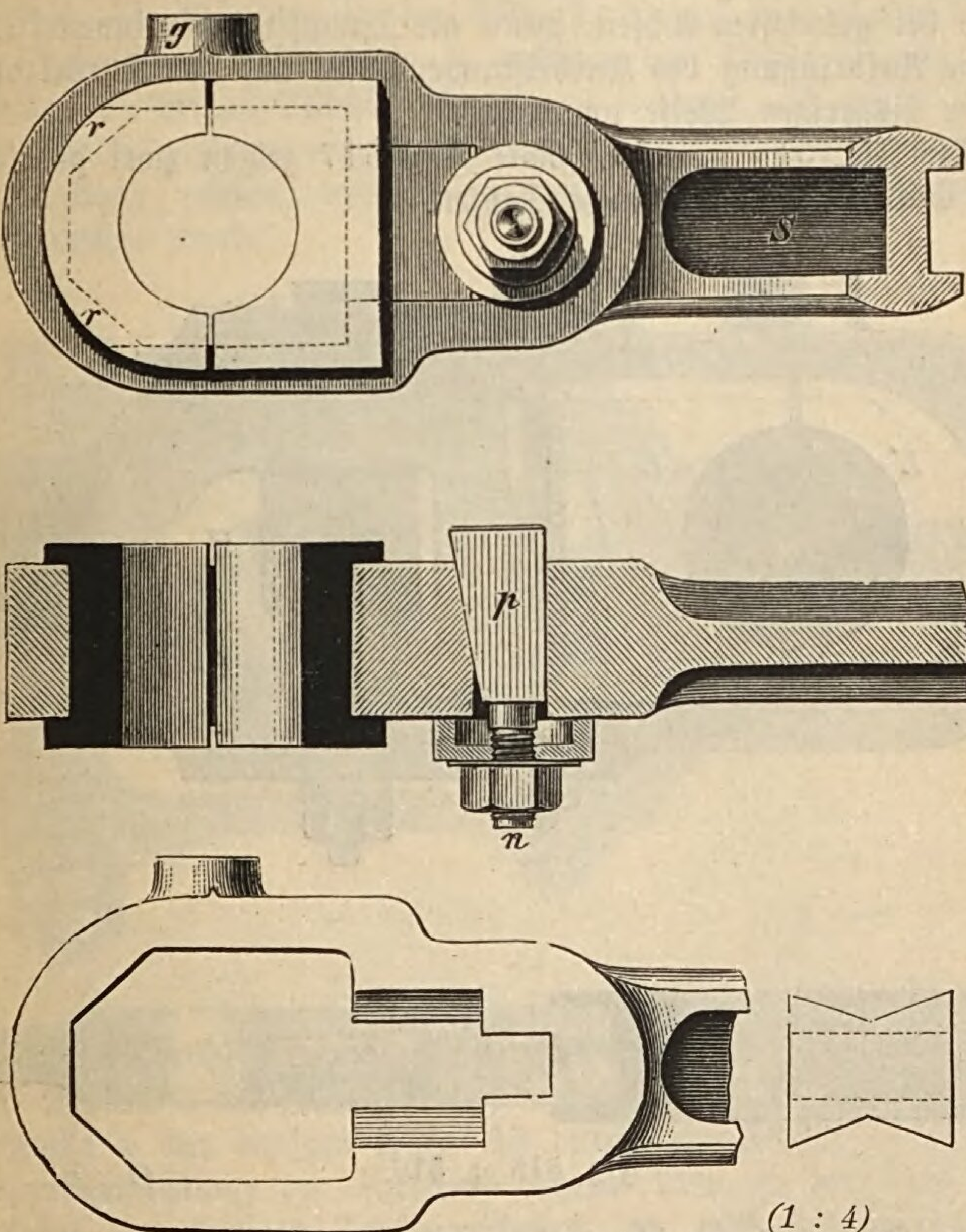



Fig. 511—514.

Der Keil p besteht mit der Schraube n aus einem Stück, er drückt nicht unmittelbar gegen das Lager, sondern gegen ein schwalbenschwanzartig geformtes, in Fig. 514 gezeichnetes Zwischenstück.

Dieser Kopf ist etwas niedriger als bei der vorigen Stange,

man kann daher den Kreuzkopf kleiner machen; ebenso ist das Anziehen des Keiles etwas leichter und der ganze Kopf durch die Stellschraube weniger geschwächt, dagegen ist die erste Anordnung einfacher und die Schraube besser gegen Drehung geschützt.

Bei Anwendung von Kurbelzapfen, wie in Fig. 494 u. 495, sowie bei gekröpften Achsen, wenn die Dampfcylinder innen liegen, ist die Aufbringung des Kurbelstangenkopfes auf den Kurbelzapfen in der bisherigen Weise unmöglich.

Die Fig. 515 u. 516, sowie Fig. 517 zeigen zwei gebräuchliche Stangenköpfe für solche Zapfen.

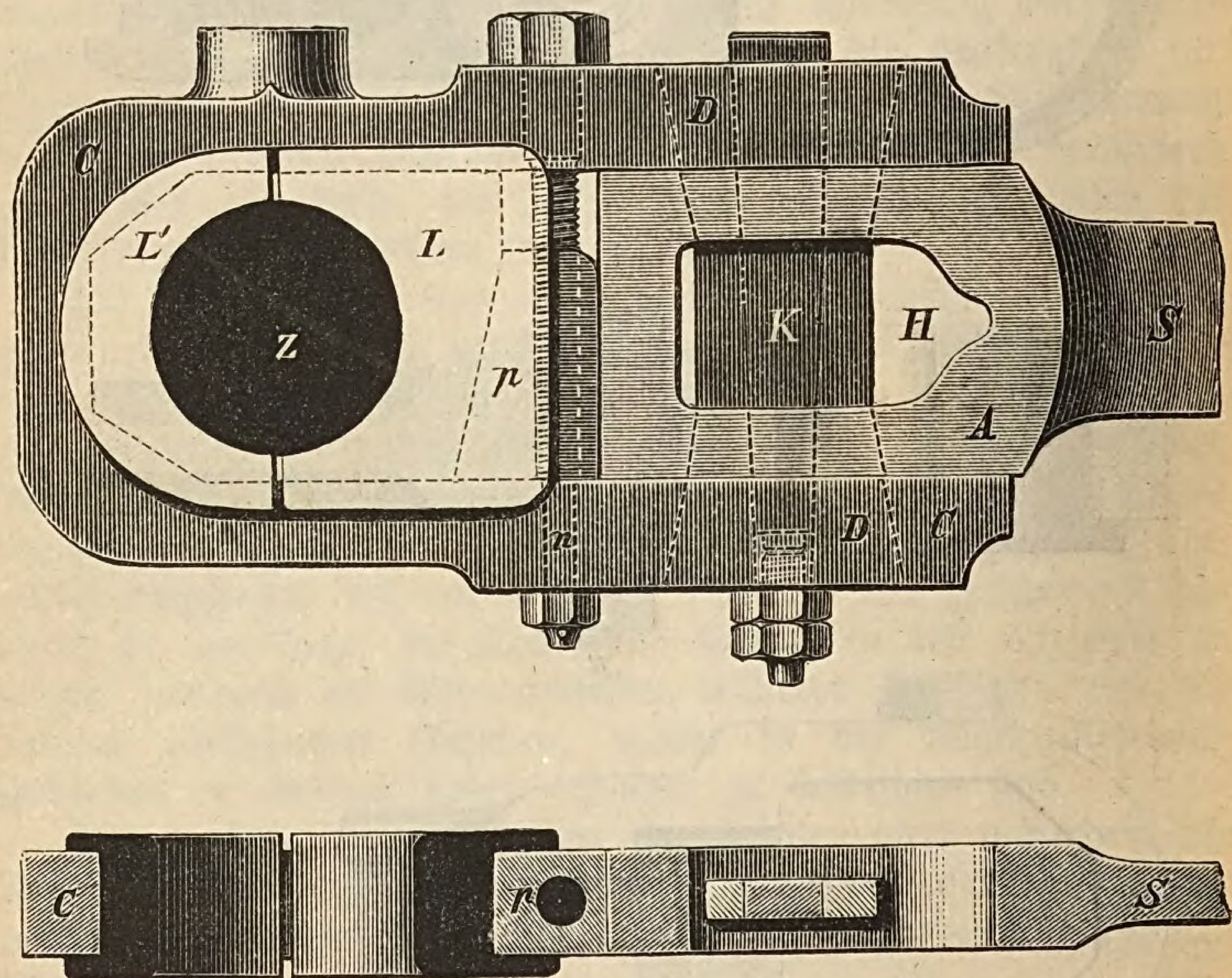



Fig. 515 u. 516. (1 : 8)

In Fig. 515 bezeichnet S die Kurbelstange, welche am Ende einen stärkeren mit A bezeichneten Ansatz bekommt.

Der Keil p wird mit der Lagerschale L zwischen den Kopf A und den Zapfen z gebracht und dann die Schnalle C, in welche vorher die Lagerschale L′ gelegt ist, über den Zapfen z und den Kopf A geschoben und mit den beiden schwalbenschwanzförmigen

Schmiedestücken D D befestigt. Durch Einbringung des Keiles K wird die ganze Befestigung sicher und fest. Die Stellschraube n wird zuletzt eingebracht, und werden die Lagerschalen damit angezogen. Letztere dürfen an beiden Seiten gleiche Bunde haben, da sie nicht von der Seite eingebracht werden.

Soll die Verbindung der Schnalle C mit dem Kopfe A fest und sicher hergestellt sein, so müssen die Theile D mit ihrer Schräge an beiden Stücken überall gut anliegen; es erfordert das eine sehr sorgfältige und genaue Arbeit; außerdem wird der ganze Kopf etwas schwer, weshalb er auch schon in der Mitte bei H durchbrochen wurde.

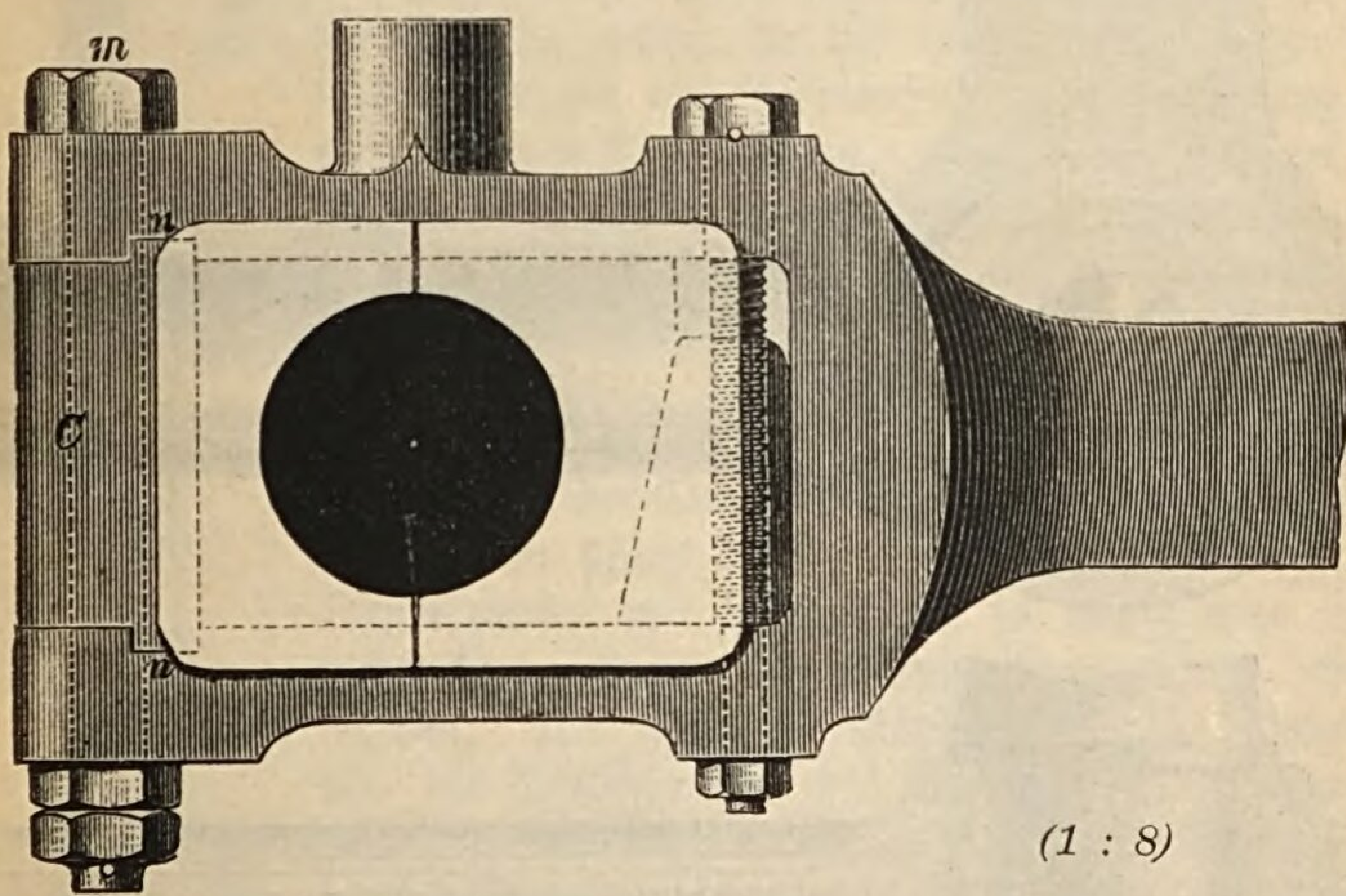



Fig. 517.

Die Herstellung des Kurbelstangenkopfes Fig. 517 ist einfacher, und werden kleine Mängel in der Arbeit weniger schädlich. Die Schnalle C der vorigen Figur ist durch das Stück C ersetzt; die Zusammenstellung der einzelnen Theile kann in derselben Weise wie bei dem vorigen Kopfe geschehen, nur muß das Stück C von der Seite eingeschoben werden, wenn man es, wie hier geschehen, mit den beiden Nasen n n versehen will. Läßt der Zapfen diese Einschiebung von der Seite nicht zu, so sind die Nasen fort zu lassen, und beruht dann die Sicherheit der ganzen Verbindung auf der Schraube m allein, welche auf Abscherung in Anspruch genommen wird.

Die Kuppelstangen fallen verschieden aus, je nachdem die Locomotive einfach oder mehrfach gekuppelt ist.

Die Form der Stange ist wie bei den Kurbelstangen, nur in der Mitte etwas stärker als an beiden Enden, weil sie hier am leichtesten zerknickt wird. Die Köpfe können ebenso, wie der in Figuren 509 und 510 gezeichnete Kurbelstangenkopf, hergestellt werden, und bringt man, um die Entfernung der Zapfen von einander gleich zu erhalten, auch hier bei beiden Köpfen die Stellvorrichtung nach derselben Seite hin an. Man fertigt die Kuppelstangenlager, besonders bei Personenzuglocomotiven, oft aus einem

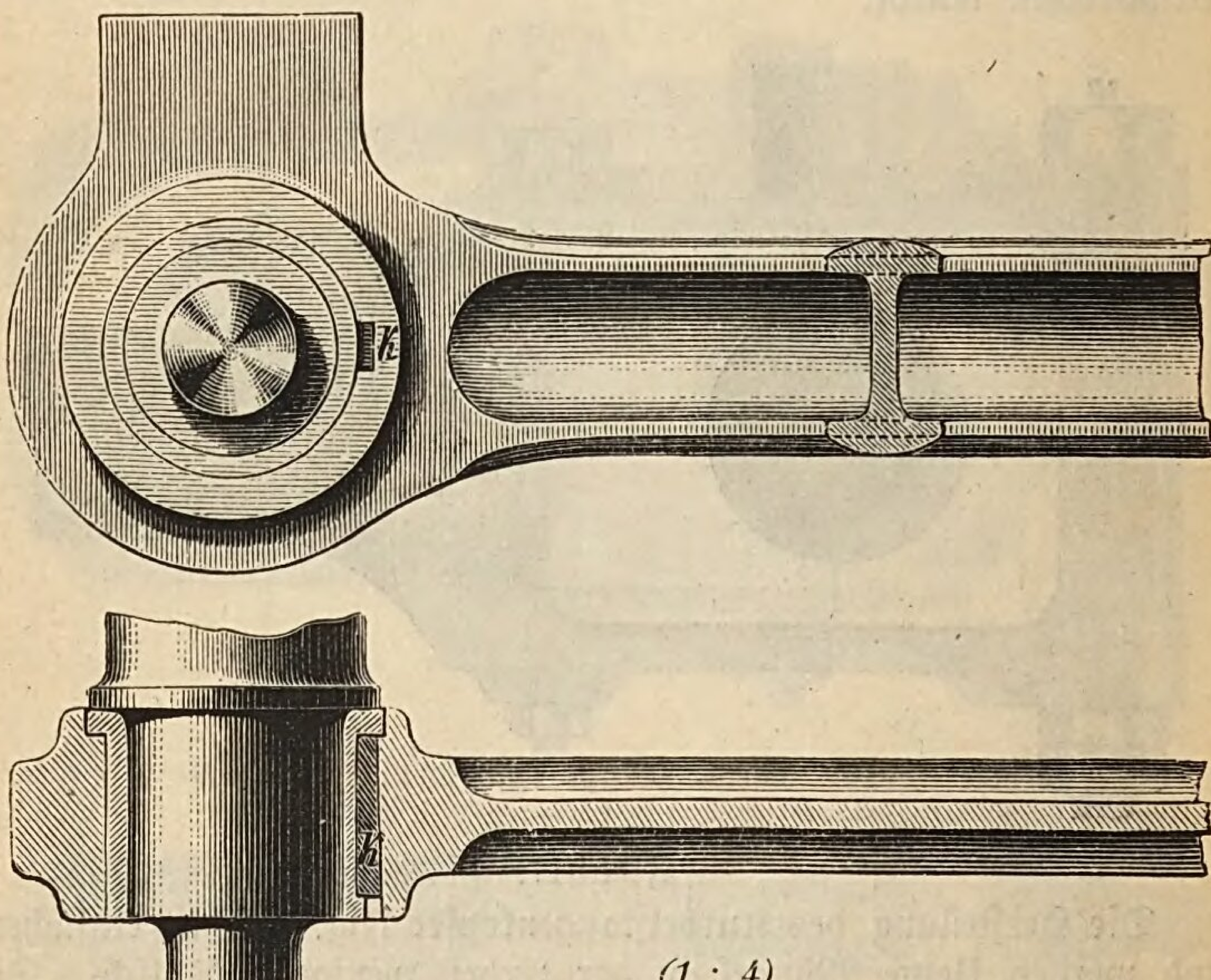



Fig. 518 u. 519.

Stück an, Fig. 518 u. 519, und verzichtet auf ein Nachstellen derselben. Die Köpfe der Stange fallen sehr leicht aus, die ganze Einrichtung ist einfach und hält sich das Lager, welches leicht zu erneuern ist, ziemlich lange. Die Anbringung des Keiles K gegen Drehung des Lagers im Kopfe ist nie zu unterlassen.




Fig. 520. (1 : 16)

Die Kurbelstange hat den ganzen auf den Kolben wirkenden Dampfdruck zu übertragen, jede Kuppelstange bei 2 oder 3 gekuppelten Achsen dagegen nur die Hälfte oder ein Drittel dieses Druckes; die Kuppelstangen können daher erheblich schwächer sein als die Kurbelstangen. Fig. 520 zeigt die mit einander verbundenen Kuppelstangen einer dreifach gekuppelten Locomotive; der mittlere Zapfen z dient zugleich als Angriffspunkt für die Kurbelstange und ist daher erheblich stärker als die beiden Kuppelzapfen z' und z".

Man muß beiden Stangen ein Gelenk m als Verbindung geben, da die drei Zapfen wegen der Schwankungen der Locomotive nicht beständig in einer graden Linie liegen. Die beiden äußeren an den Zapfen z' und z" angreifenden Kuppelstangenköpfe haben die gleiche Einrichtung wie der mittlere, nur hat dieser noch das mit m bezeichnete Auge zur Befestigung der zweiten Kuppelstange.

Da bei dreifach gekuppelten Locomotiven die Entfernung der Cylinder von einander reichlich groß auszufallen pflegt, diese aber durch die Länge der Kuppelzapfen mit bedingt ist, so macht man diese recht kurz, damit die Kuppelstangenköpfe schmal werden. Um nun die Köpfe durch die Bohrung für die Stellschraube des Keiles nicht so sehr zu verschwächen, läßt man den Keil p, welcher seiner großer Breite wegen nicht so dick zu sein braucht als der Durchmesser der Stellschraube, oben und unten durch den Kopf treten, Fig. 521. Durch Antreiben des Keiles mit einem leichten Hammer werden die Lager angezogen; ein genau in die Aushöhlung des Kopfes passendes, mit einem Schlitz versehenes Schmiedestück s wird darauf auf den Keil gelegt und mit diesem durch zwei Stiftschrauben n n verbunden, zu welchem Zwecke der Keil mit Gewinde versehene Löcher hat. Da nach dem Anziehen dieser Schrauben das unverschiebbare Stück s mit dem Keile ein Ganzes bildet, wird

dieser mit jenem in seiner Lage festgehalten und gegen Lösung geschützt.

Der Schlitz in dem Theile s erlaubt die Feststellung des Keiles in jeder beliebigen Lage, das dritte punktirt angedeutete Loch des

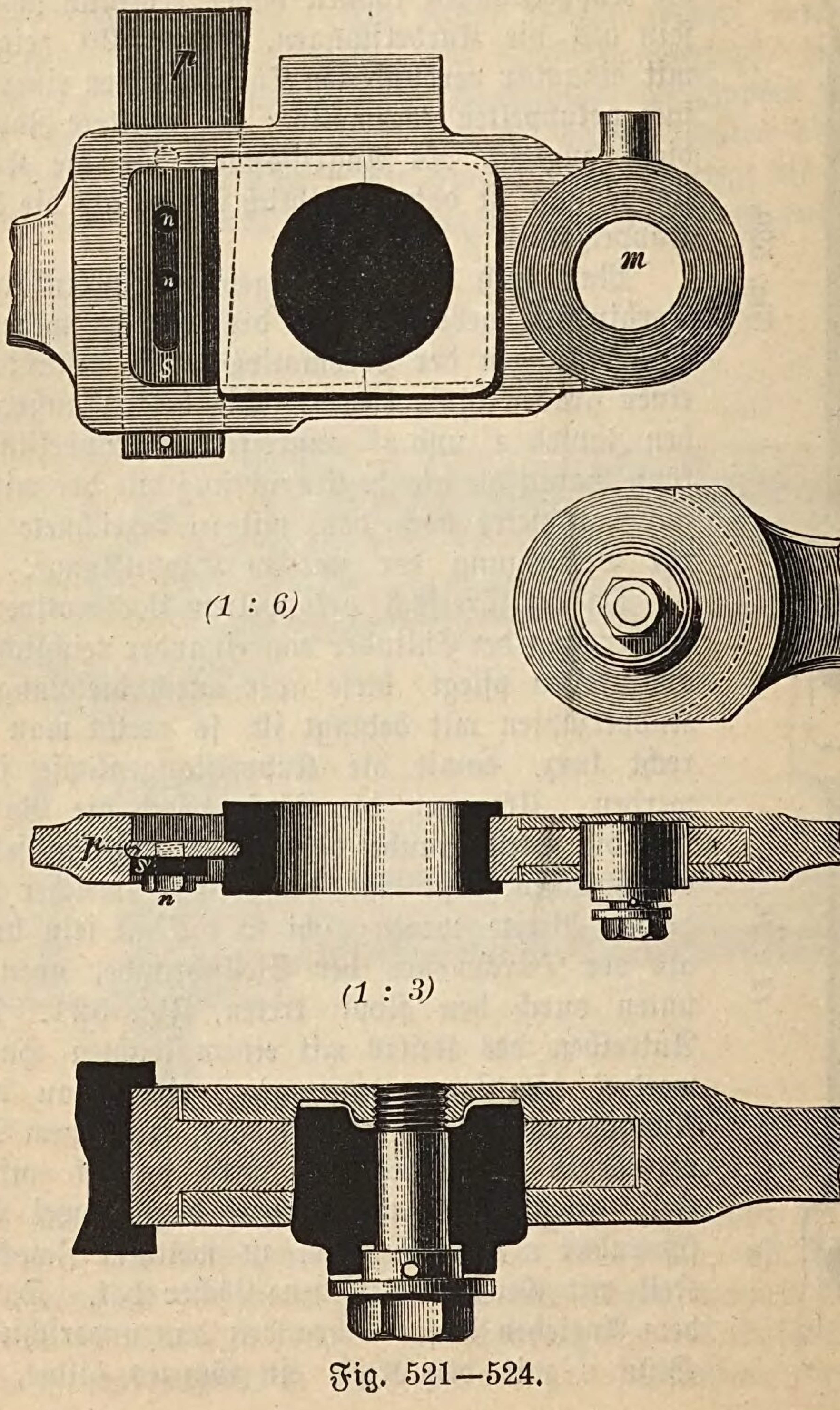



Fig. 521—524.

Keiles gestattet ein Umstecken der Stiftschrauben, wenn die eine Schraube am unteren Ende des Schlitzes angekommen ist. Da die Kuppelstangen um den Bolzen des Auges m nur eine ganz geringe, durch das Spiel der Federn verursachte Bewegung haben, so brauchen die auf einander arbeitenden Flächen nicht durch besondere Lagerschalen geschützt zu werden, es genügt ein durchgesteckter Bolzen.

Da auf der Rückseite des Kuppelstangenkopfes der Platz für eine Scheibe mit Splint zur Befestigung des Bolzens meistens fehlt, so ist dieselbe in Fig. 523 u. 524 ebenso wie früher bei dem Kreuzkopfe angeordnet worden.

Ueber das Ausgießen der Kuppelstangenlager mit Weißmetall ist dasselbe anzuführen, was wir schon bei den Kurbelstangen und Achslagern gesagt haben, es kommen jedoch auch Kuppelstangenlager vor, welche gänzlich aus Weißmetall bestehen.

Die Herstellung solcher Lager kann in der Weise geschehen, daß man die Kuppelstangen in ihrer richtigen Lage über die Zapfen schiebt, den Keil einsteckt und die Zwischenräume zwischen Kopf und Zapfen mit Weißmetall ausgießt. Nach Ausnutzung des Lagers treibt man den Keil etwas an und staucht damit dasselbe wieder zusammen.

Bei nicht zu starkem Drucke halten sich solche Lager gut; ist derselbe größer, so muß härteres Weißmetall angewandt werden, welches jedoch auch spröder ist und leicht zerbricht.

---

## 16. Schmiervorrichtungen.

Die regelmäßige Beförderung der Züge erfordert gute Schmiervorrichtungen und gutes Schmiermaterial. Viele Betriebsstörungen, ja selbst Eisenbahnunfälle, werden durch mangelhaftes Schmieren der Maschine veranlaßt. Ein schlecht geschmierter Achsschenkel z. B. läuft zunächst warm; wird dem Uebelstande nicht rasch abgeholfen, so f r i ß t er sich, das will sagen, er bekommt Furchen, das Lagermetall, wenn von Weißmetall, schmilzt aus, und der Schenkel arbeitet auf dem schmiedeeisernen Lagerkasten. Besteht die Lagerschale aus Rothguß, so wird sie zerrieben, in beiden Fällen wird die Erwärmung des Achsschenkels immer

schlimmer, das Schmiermaterial verdunstet und verbrennt, der Schenkel wird endlich rothwarm, zerbricht, und bedenkliche Unfälle, wie Entgleisungen u. s. w., sind die Folge. Wird das Warmwerden des Lagers zeitig bemerkt, so ist oft durch reichliches Nachgeben von Schmiermaterial auf allen Halteplätzen eine Betriebsstörung noch zu vermeiden; ist die Erwärmung des Schenkels schon weit gediehen, so muß die Fahrt eingestellt und der Schenkel abgeschmirgelt, oft abgedreht oder sogar der ganze Achsschaft verworfen werden. Das von den Achslagern Gesagte gilt auch von den übrigen Maschinentheilen, nur daß durch das Warmwerden derselben nicht so leicht Eisenbahnunfälle, jedoch auch Betriebsstörungen verursacht werden. Es fragt sich nun, welche Stellen der Maschine sollen geschmiert werden? und da ist die Antwort einfach die: alle Theile, welche gegen einander arbeiten, und zwar ist die Schmierung um so sorgfältiger vorzunehmen, und um so häufiger zu wiederholen, je stärker der Druck und je größer die Geschwindigkeit ist, unter welchem und mit welcher sie auf einander gleiten.

Es sind also zu schmieren: die Achsschenkel, die Gleitflächen, der Achslagerkasten mit den Achsbacken und Stellkeilen, die Federstützen, die Bolzen der Federn, Balanciers und Balancirfedern, die Buffer zwischen Locomotive und Tender, die Kesselstützen an beiden Seiten der Feuerkiste, die Kurbel-, Kuppel- und Kreuzkopfzapfen, die Gleitbahnen, die Kolben- und Schieber-Stangen, die Excentricringe, die Bolzen und Steine der Couliſſe, sämmtliche andere Bolzen der Steurungstheile; endlich sind nicht zu vergessen die sich reibenden Theile der Ventilvorrichtungen. Die Schmierung der Cylinder und der Dampfschieber wird während der Arbeit der Maschine durch den Dampf selbst schon einigermaßen bewirkt; dieselbe wird hauptsächlich erst nach der Absperrung des Dampfes oder auf Gefällen, wo die Maschine mit sehr wenig Dampf arbeitet oder ganz von selbst läuft, nöthig; wir kommen hierauf noch zurück. Theile der Locomotive und des Tenders, welche durch den Führer nur zeitweilig bewegt werden, sind: die Regulatorvorrichtung, der Steurungshändel oder die Steurungsschraube mit der Steurungswelle, die Gestänge zu den Cylinderhähnen, dem Exhaustor und Sandstreuer, die der Probirhähne, des Wasserstandes und der Dampfstrahlpumpen, die Wärmehähne und endlich die Bremsvorrichtung. Die öftere Schmierung dieser Theile ist

gleichfalls nöthig, sie wird weniger leicht unterlassen, weil der durch Mangel an Oel verursachte schwere Gang derselben dem Führer lästig ist.

Das Schmiermaterial ist entweder fest oder flüssig; ersteres besteht meist aus Talg, letzteres aus Knochenöl, Rüböl oder Mineralöl; oft wendet man auch eine Mischung dieser Schmiermaterialien an, oft benutzt man mehrere Mittel an derselben Stelle.

Talg wird hauptsächlich zum Einfetten der Hanfflechten für die Stopfbüchsen angewandt; außerdem füllt man den oberen hohlen Raum der Achslagerkasten mit Talg an, welcher erst, wenn sich das Achslager erwärmt haben sollte, flüssig wird und den Schenkel dann von oben schmiert. Man mischt den Talg meist mit so viel Oel, bis er eine Masse bildet, welche noch so fest ist, daß sie durch die Stöße der Maschine nicht fortgeschleudert wird, welche aber bei einer viel geringeren Erwärmung schmilzt als der reine Talg.

Von den flüssigen Schmiermaterialien verlangt man, daß bei ihrer Anwendung die Reibung der arbeitenden Theile möglichst gering sei, daß sie sich nicht zu rasch verflüchtigen und zu brennen anfangen, ferner, daß sie nach längerem Gebrauche nicht harzig werden. Diesen Anforderungen genügt Knochenöl am besten; Mineralöl (Vulcanöl) verflüchtigt sich rasch bei der Erwärmung, Rüböl verharzt mit der Zeit mehr als dieses; Vulcanöl ist wegen seiner Flüchtigkeit ungeeignet zur Schmierung der Dampfschieber, Kolben und Stopfbüchsen; wegen seiner dunkeln Farbe ist seine Reinheit schwer zu untersuchen, und bei warm gewordenen Theilen schadet es mehr, als es nützt, wird also gerade dann, wenn eine gute Schmierung am nöthigsten ist, unbrauchbar; es ist als ein geeignetes Material zur Schmierung von Locomotiven nicht zu bezeichnen.

Rüböl verharzt mit der Zeit und gefriert im Winter, welche Uebelstände man durch einen Zusatz von Petroleum, der auch für Talg im Winter zu empfehlen ist, herabmindern kann. Da Knochenöl zu theuer ist, so erscheint Rüböl nebst Talg oder eine Mischung von beiden unter einem Zusatz von Petroleum am meisten empfehlenswerth zu sein.

Bei der Versorgung des Lagerkastens mit Talg müssen die Dochte, welche nach der Erwärmung des Lagers dieses Schmiermittel demselben zuführen sollen, nur mit Oel getränkt und vor

Beginn der Fahrt auf dieselben noch einige Tropfen Oel nachgegeben werden, weil die Saugfähigkeit durch das Harzigwerden des alten Oeles beeinträchtigt wird.

Ist ein Achslager warm geworden und Talg geschmolzen in den Lagerunterkasten gelangt, so beeinträchtigt er hier später die Saugfähigkeit der Dochte und Schmierpolster; es ist daher rathsam, vor der weiteren Inbetriebsetzung der Locomotive den Unterkasten sorgfältig zu reinigen und Dochte und Polster zu erneuern.

Schon bei der Beschreibung der Achslagerkasten haben wir angegeben, daß der Lagerunterkasten, neben dem Zwecke, den Schenkel von unten gegen Staub zu schützen, hauptsächlich die Aufgabe hat, als Oelbehälter für das Lager zu dienen.

Wagenachslager haben vielfach einen doppelten Boden, so daß das gebrauchte und unreine, von den Schenkeln in einen besonderen Behälter fließende Oel von dem reinen Schmieröl getrennt bleibt; bei Locomotiven ist unseres Wissens diese Einrichtung noch nicht getroffen; das auf Seite 381 vorgeführte Lager, bei welchem man das alte Oel leicht entfernen und neues Oel zugeben kann, genügt

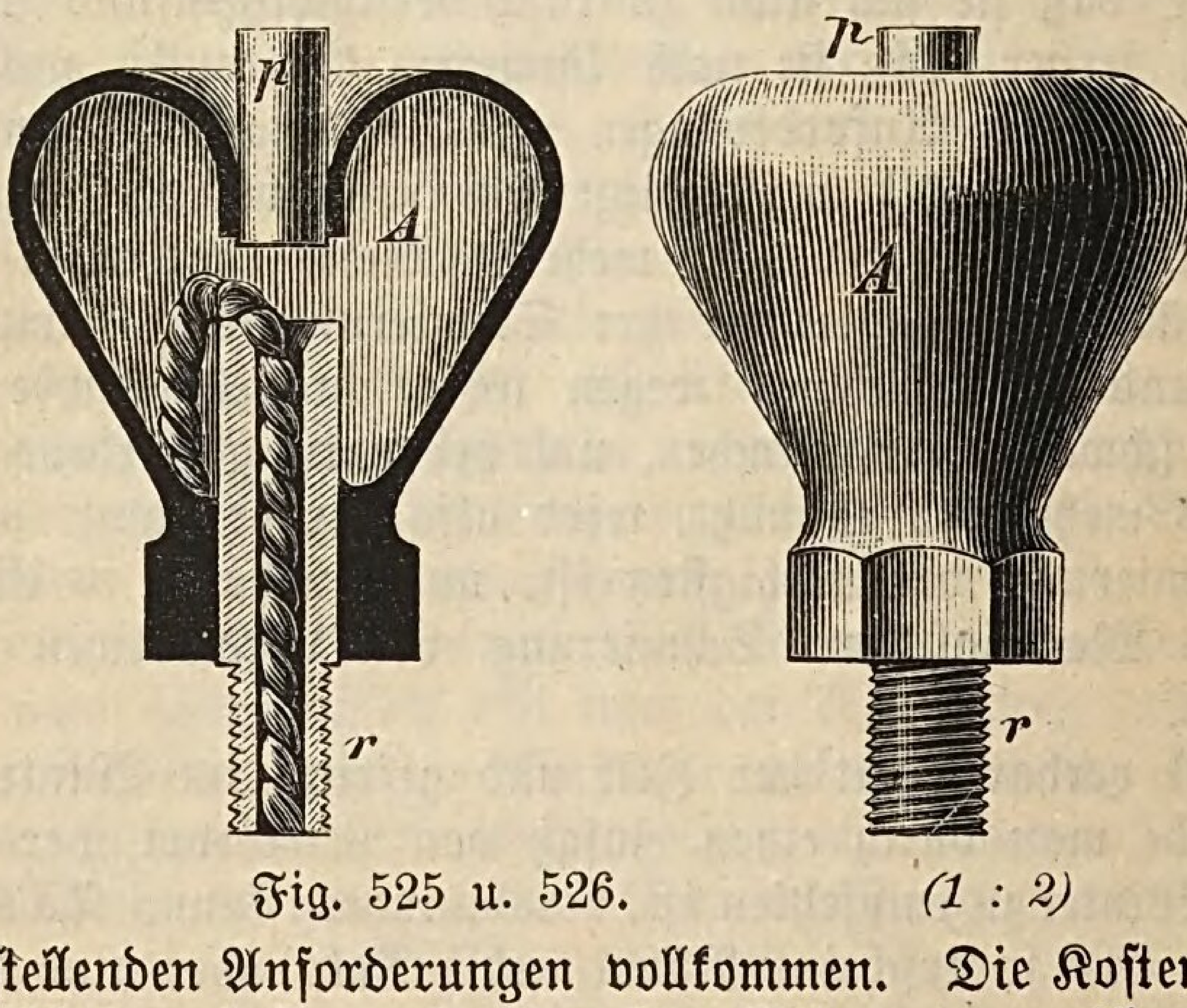



Fig. 525 u. 526. (1 : 2)

den zu stellenden Anforderungen vollkommen. Die Kosten der Locomotiv-Achslagerkasten mit doppelten Böden, zu welchen oft auch noch der Platz fehlt, stehen zu dem Minderverbrauch an Oel in keinem Verhältnisse.

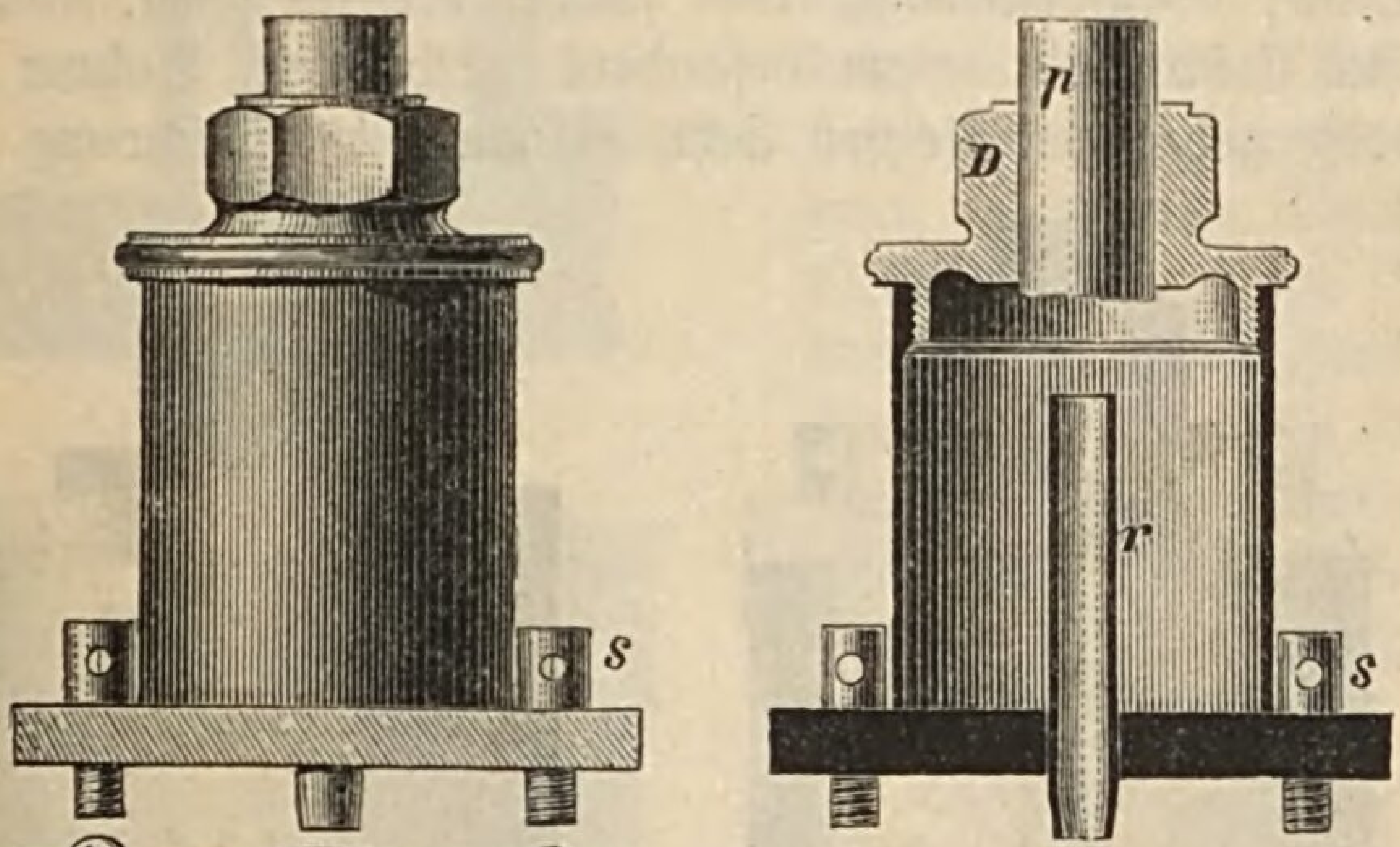
Die Bewegung der Achslagerkasten in den Achsbacken ist nur gering; es genügt, vor Beginn der Fahrt einige Tropfen Oel un-

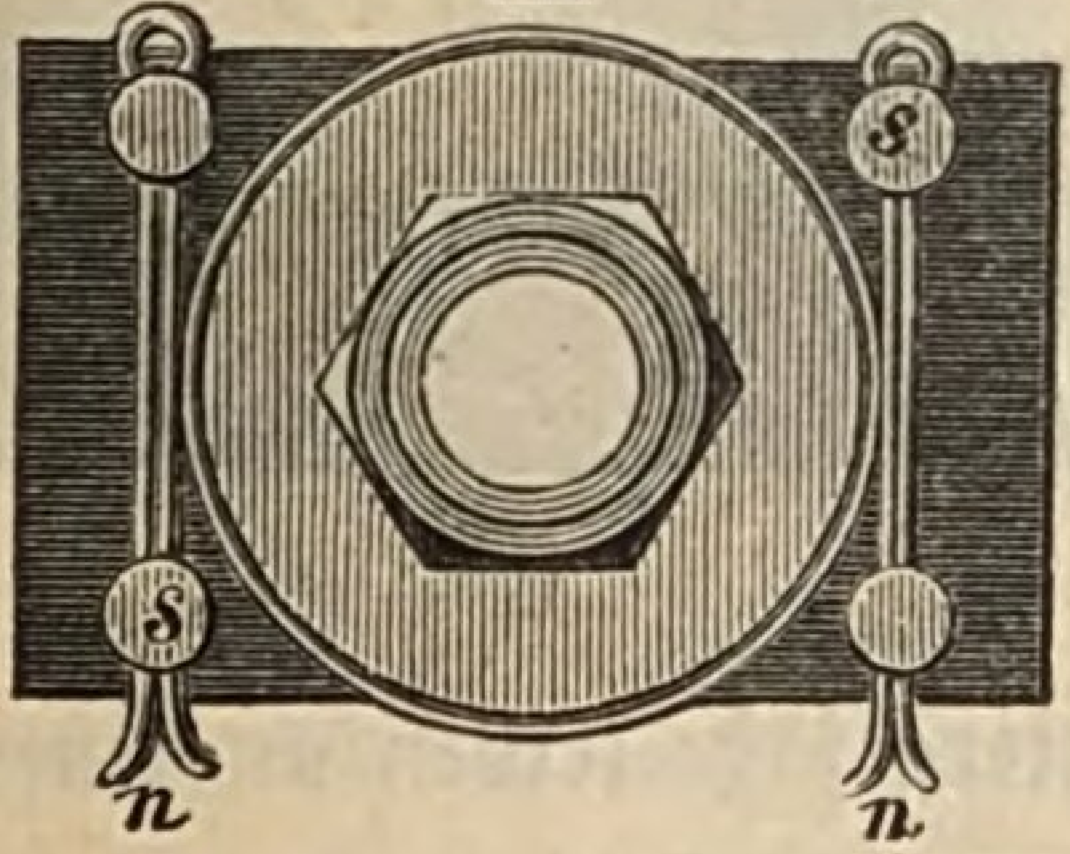
mittelbar an die Gleitflächen zu gießen; dasselbe ist der Fall bei den Federstützen, den Buffern zwischen Maschine und Tender und den Kesselstützen an den beiden Seiten der Feuerkiste. Die Kurbel-, Kuppel- und Kreuzkopfzapfen dagegen bedürfen einer gründlichen Schmierung, welche auf verschiedene Weise bewirkt wird.

Die Fig. 525 und 526 zeigen ein Schmiergefäß ältester Einrichtung. A ist der Oelbehälter, r ein mit Gewinde versehenes Rohr zum Einschrauben und zur Aufnahme des Dochtes, p der Verschlußpfropfen.

Dieses Schmiergefäß faßte nur wenig Oel, es ging mit dem Pfropfen das Oel, ja oft das ganze Gefäß verloren.

In Fig. 527—529 dient das Rohr r nur noch zur Aufnahme des Dochtes; die Befestigung des Gefäßes wird durch vier kleine



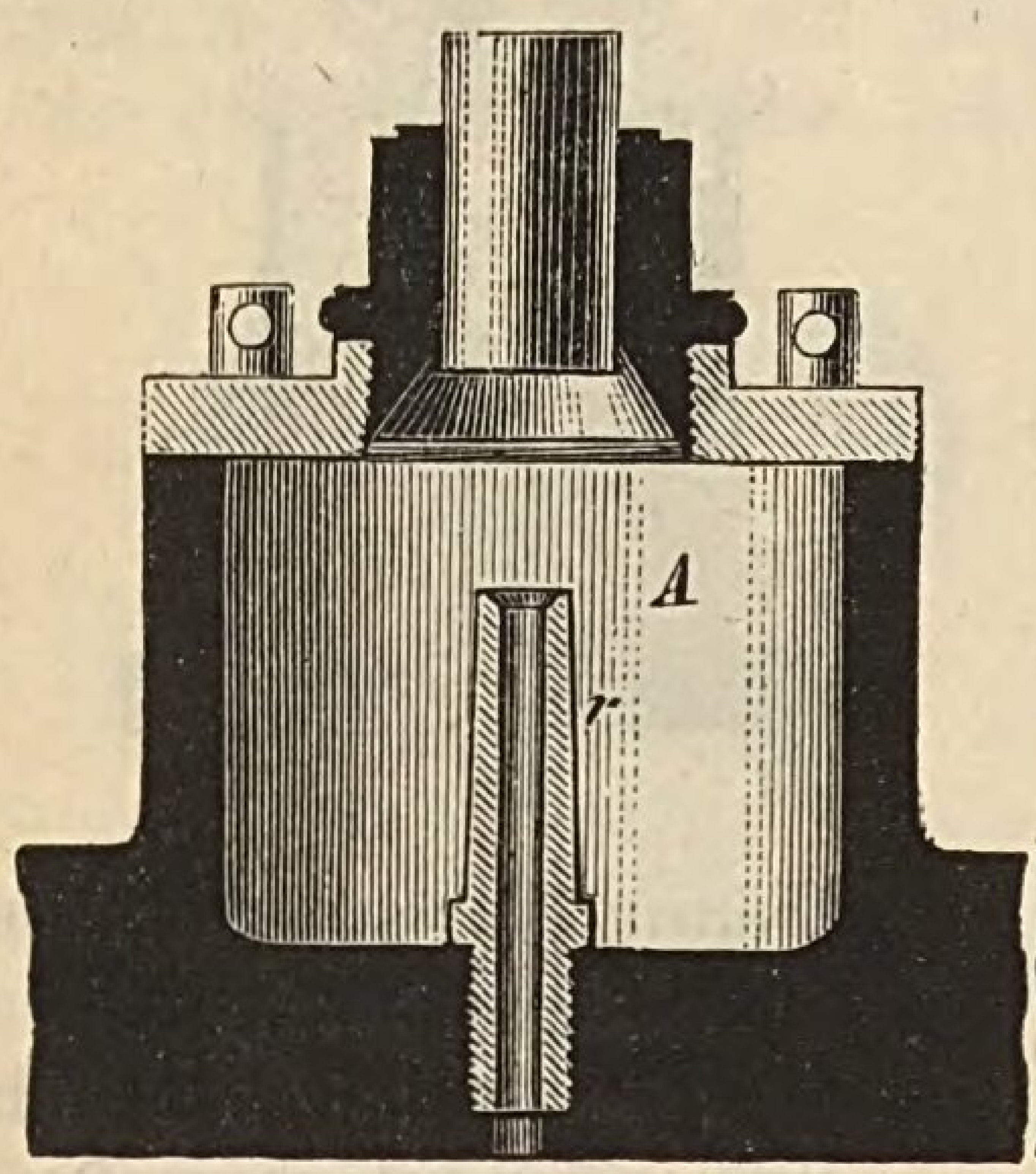




(1 : 2)
Fig. 527—529.

Schrauben s s bewirkt, welche gegen Lösen durch zwei durchgesteckte Splinte n n gesichert sind. Der besondere Deckel D hat ein Loch zur Aufnahme des Korkes p. Auch diese Schmiergefäße gingen noch oft verloren, man stellte deshalb Kurbel- und Kuppelstangen her, welche mit dem Schmiergefäß A (Fig. 530) aus einem Stück bestanden und befestigte nur die Deckel auf diesen auf die vorher angegebene Weise. In neuerer Zeit wird der Deckel D fest auf das Schmiergefäß A genietet (Fig. 531). Ueber dem Schmierrohre

befindet sich im Deckel ein Loch mit Gewinde, welches, statt durch einen Kork, durch eine Schraube S geschlossen wird. Nach Entfernung dieser Schraube kann man altes schlechtes Oel und einen untauglichen Docht beseitigen, und beides leicht erneuern.

Bei den bis jetzt gezeichneten Schmiergefäßen wird der Docht durch das besonders eingesetzte Röhrchen r geführt; um dieses einsetzen zu können, muß ein Loch gebohrt werden, durch welches der Kopf der Stange geschwächt und der Querschnitt derselben plötzlich geändert wird. Wir haben schon früher angegeben, wie schädlich solche plötzliche Querschnittsänderungen, besonders bei Gußstahl, aus welchem die Stangen meist bestehen, sind und haben diese Löcher auch in der That häufig zu Brüchen Veranlassung gegeben. Man macht jetzt vielfach die Schmierröhrchen mit der Stange aus einem Stück; die Herstellung eines solchen Kopfes (Fig. 532 u. 534) macht sich leicht mit einem besonders geformten Bohrer, der in dem zuerst gebohrten kleinen Schmierloche seine Führung hat.



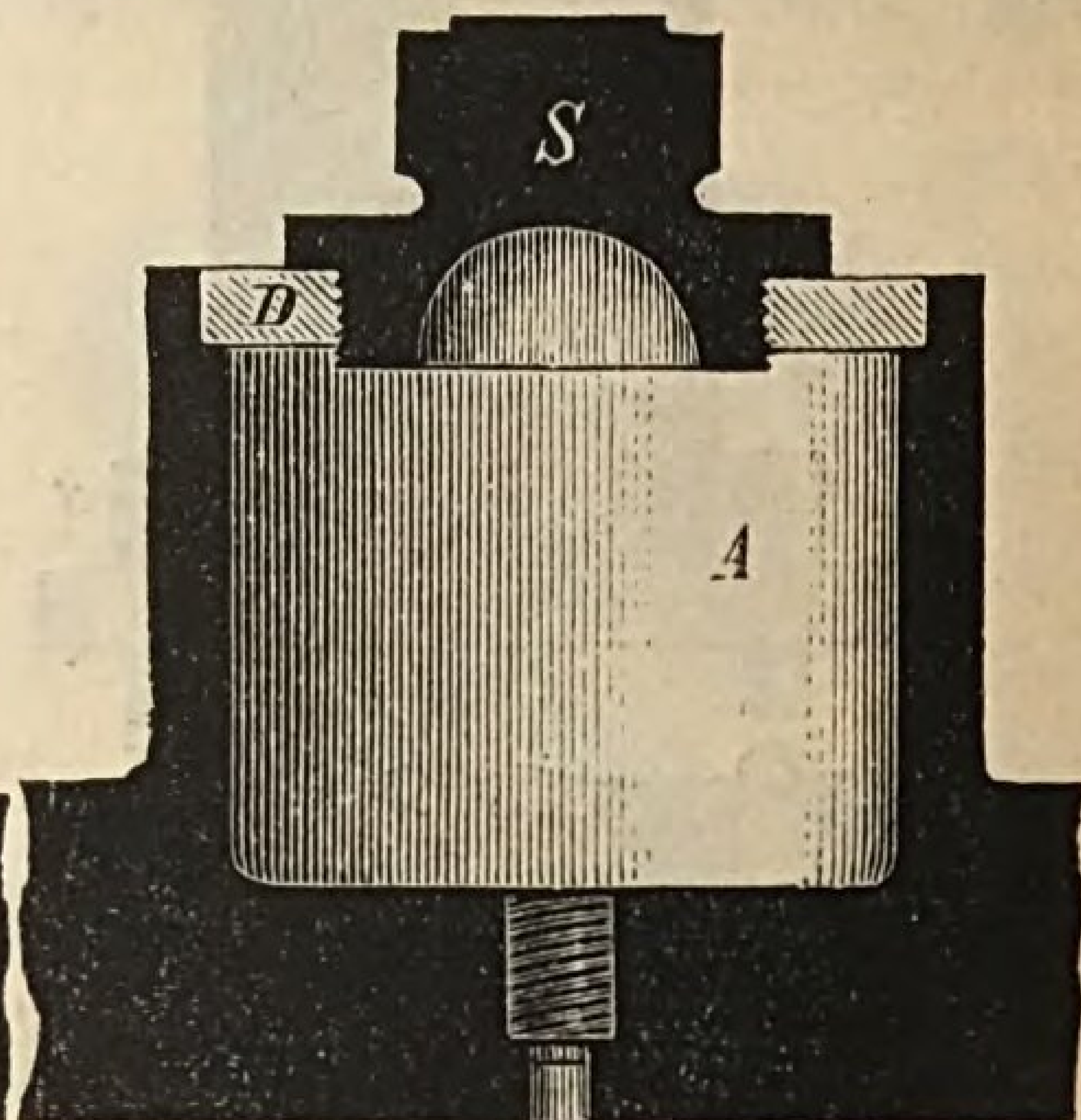



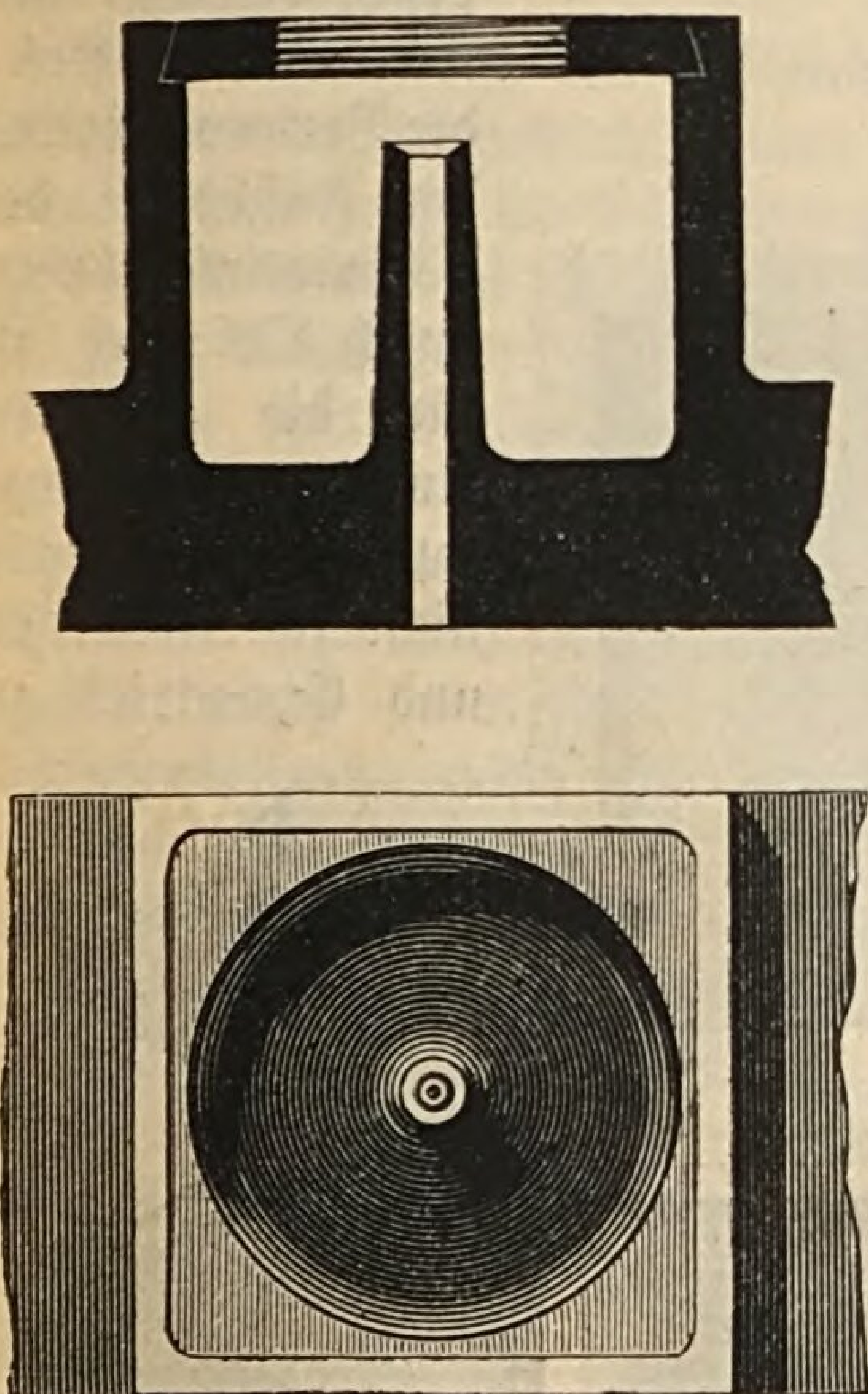

Fig. 530. (1 : 2) Fig. 531.

Die bis jetzt behandelten Schmiergefäße leiden an einer großen Unvollkommenheit.

Der Docht führt, einerlei ob die Maschine fährt oder stillsteht, so lange Oel vorhanden ist, solches dem Zapfen zu. Während des Stillstehens der Maschine geht das angesogene Oel verloren und tropft vom Zapfen auf die Erde. Das in $^1/_2$ der natürlichen Größe gezeichnete Schmiergefäß, Fig. 534 u. 535, beseitigt den Uebelstand.

Das mit der Stange aus einem Stück bestehende Oelgefäß A

ist (wie in Fig. 532) durch einen eingenieteten Deckel geschlossen. Mit diesem Deckel verschraubt befindet sich über dem Schmierrohre eine oben trichterförmig sich erweiternde und durchbohrte, jedoch durch das Ventil v geschlossene Mutter. Dieses Ventil wird durch die Feder F beständig zugedrückt, durch einen Druck auf den Kopf K öffnet es sich, worauf der Führer frisches Oel nachgeben kann. An die Verlängerung des Ventiles, welche demselben die nöthige Führung giebt, ist eine Fläche l gefeilt, deren Größe sich nach dem Oelverbrauch des Zapfens richtet.



(1 : 2)
Fig. 532 u. 533.

Die Wirkungsweise des Gefäßes ist leicht erklärlich. Während der Fahrt der Locomotive wird das in dem Oelbehälter A sich befindende Oel beständig gegen das Ventil und dessen Verlängerung geschleudert, ein kleiner Theil dieses Oeles fließt an der Fläche l herunter nach dem Zapfen und schmiert diesen; steht die Maschine still, so kommt auch das Oel in dem Behälter zur Ruhe und das unnöthige Schmieren des Zapfens hört auf.

Dieses offenbar vollkommenste Gefäß kann jedoch nur dort verwandt werden, wo während der Fahrt die zu schmierenden Theile sich heftig bewegen, also z. B. bei den Kurbel-, Kuppel- und Kreuzkopfzapfen; es ist dagegen zur Schmierung der Stopfbüchsen und der oberen Gleitbahn untauglich. Auch zur Schmierung der Coulisse und der Excentrics während der Fahrt ist das Gefäß gut zu verwerthen, wogegen es beim langsamen Rangiren oft den Dienst versagt.

Es ist dieser Einrichtung zum Vorwurfe gemacht, daß dem Führer die Einwirkung auf die Menge des dem Zapfen zuzuführenden Oeles entzogen ist, das ist jedoch nur im beschränkten

Maße richtig; der Führer kann die Menge des zu verbrauchenden Oeles durch die Größe der dem Stifte des Ventiles angefeilten Flächen l regeln; sie hängt ferner von der Höhe ab, bis zu welcher der Oelbehälter gefüllt ist. Steht das Oel bis unter dem Deckel, so wird eine Zeit lang dem Zapfen beständig Oel zufließen; genügt das noch nicht, so muß die innere Einrichtung so lange, bis sich der Zapfen gut eingelaufen hat, entfernt, ein Saugdocht angebracht und die Oeffnung im Deckel mit einem Pfropfen verschlossen werden.

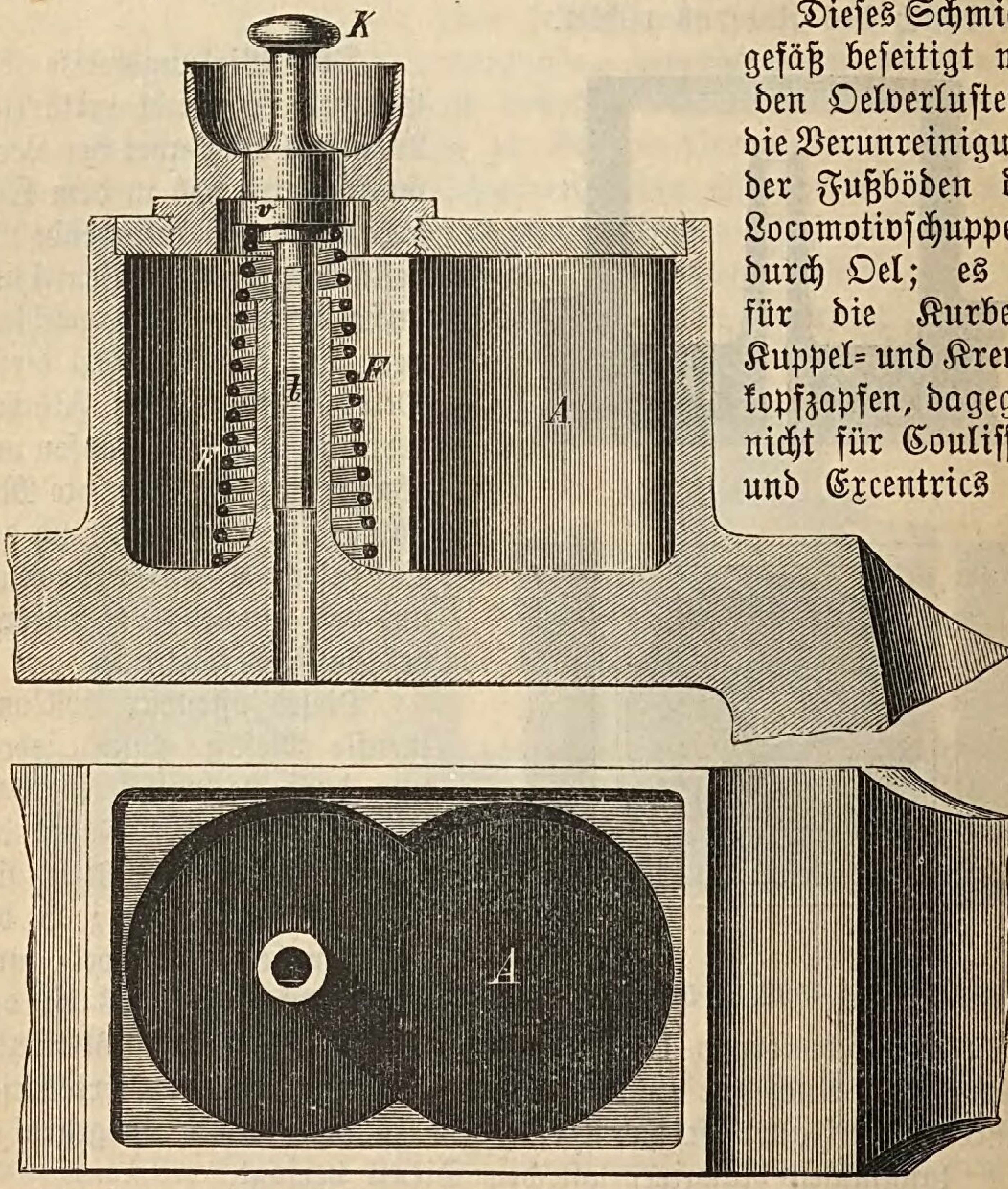



Fig. 534 u. 535. (1 : 2)

Dieses Schmiergefäß beseitigt mit den Oelverlusten die Verunreinigung der Fußböden der Locomotivschuppen durch Oel; es ist für die Kurbel-, Kuppel- und Kreuzkopfzapfen, dagegen nicht für Coulissen und Excentrics zu empfehlen. Letztere bedürfen nur einer geringen Menge Oels, man kommt dort also mit kleinen Oelbehältern aus, und sind die

Verluste bei Anwendung von Saugdochten daher nur gering; ein aufmerksamer Führer findet außerdem bald heraus, wie viel Oel seine Maschine zu jeder Fahrt bedarf; er giebt nur dieses zu und vermeidet so ebenfalls Verluste.

Zur Schmierung der Gleitbahnen und Stopfbüchsen werden mit denselben aus einem Stück bestehende oder besonders aufgeschraubte Schmiergefäße mit Saugdocht verwendet. Es hat wenig Bedenken, diese Gefäße durch Schrauben zu befestigen, da sie nicht die heftigen Erschütterungen zu erleiden haben, wie die der Kurbel- und Kuppelzapfen.

Zur Schmierung der Kolbenstange befestigt man wohl auf derselben vor der Stopfbüchse einen Schwamm, welchen man mit Oel tränkt; er besorgt die Schmierung gut, nimmt an der Kolbenstange haftenden Staub ab, wird aber bald hart und verbrennt.

Zur Oelung der Steuerungsbolzen sind kleine Löcher gebohrt, in welche vor der Fahrt einige Tropfen Oel gegeben werden.

Die Schmierung der Cylinder und Schieber erfolgte bei den ältesten Locomotiven unmittelbar durch Schmiergefäße, die auf den Cylindern und Schieberkasten angebracht waren; vor Beginn der Fahrt wurde durch diese Oel eingeleitet. An das Gefäß des Schieberkastens schloß sich ein Kupferrohr, welches das Oel auf die Schieberflächen leitete; dabei bewegte, während der Heizer das Oel eingoß, ein sorgsamer Führer die Schieber durch wiederholte Verlegung des Steuerungshändels.

Da bald nach Ingangsetzung der Maschine die Cylinder- und Schieberkastenhähne geöffnet werden müssen, um das Dampfwasser zu entfernen, so floß mit diesem das kurz vorher eingegossene Oel zum größten Theil aus, welches deutlich an der gelben Färbung des Dampfwassers zu sehen war, und ging für die Schmierung verloren. Während die Maschine mit Dampf arbeitete, konnte kein Oel eingeleitet werden, weil beim Oeffnen der Hähne ein Dampfstrahl austrat, der das Eingießen verhinderte. Lief die Maschine ohne Dampf auf dem Gefälle, beim Einlaufen in die Bahnhöfe u. s. w., so konnte, wenn eine um die Maschine laufende Plattform vorhanden war, geschmiert werden; der Heizer ging mit der Oelkanne in der Hand um die Maschine herum und goß das Oel ein, welches von den Cylindern und Schieberkästen begierig aufgesogen wurde.

Für einen gewandten Mann ist es ungefährlich, auch beim

schnellsten Fahren der Locomotive sich auf der Plattform derselben zu bewegen, wenn dieselbe nicht glatt oder durch Fetttheile schlüpfrig ist, und er beide Hände, um sich festzuhalten, frei hat. Dieses ist nicht der Fall, wenn er mit der einen Hand die Oelkanne halten muß und ist dann der Aufenthalt auf der Plattform während der Fahrt mit einer gewissen Gefahr verbunden.

Es ist erklärlich, daß der Führer oft Anstand nahm, dem Heizer geradezu zu befehlen, während der Fahrt die Cylinder und Schieber zu ölen, im Gegentheil, wenn er einen noch ungeübten Heizer hatte, that er recht, wenn er demselben dieses verbot. Es konnte nicht ausbleiben, daß die Kolben durch Knurren oder Brummen und die Schieber durch Pfeifen, hervorgerufen durch das Trockenlaufen der sich reibenden Flächen, ihr Verlangen nach Schmiere häufig kund gaben.

Die Folgen der mangelhaften Schmierung waren das Schmelzen der Weißmetallringe und die Zerstörung der glatten Cylinder- und Schieberflächen, indem sie furchig wurden. Die Schieber und Spiegel mußten oft abgerichtet und die Cylinder ausgebohrt werden.

Wenn die Locomotive unter Dampf läuft, so sind die Schieber- und Cylinderflächen feucht und bedürfen der Schmierung nicht so sehr; andrerseits gleiten aber dann die Schieber unter einem sehr großen Drucke auf den Spiegeln, die Reibung ist viel größer, als wenn die Maschine ohne Dampf läuft, außerdem vermehrt sich bei Cylinder- und Schieberflächen durch Ablagerung von Schlamm beim Spucken der Maschine die Reibung noch bedeutend, und ist es deshalb ganz wünschenswerth, die Schmierung auch dann vornehmen zu können, wenn Dampf im Cylinder und Schieberkasten ist.

Der Aufenthalt auf der Plattform behufs Schmierung der Cylinder und Schieber während der Fahrt wurde unnöthig, als man die Schmiergefäße auf dem Führerstande anbrachte und die Schmiere mittelst kupferner Röhren nach den Cylindern und Schieberkästen leitete; es ließ sich jedoch nach wie vor nur dann ölen, wenn die Maschine stillstand oder ohne Dampf lief. Diese Schmierung hat auch den Fehler, daß in kurzer Zeit verhältnißmäßig sehr viel Oel in die Cylinder läuft, wogegen es besser ist, wenn für längere Zeit, am besten so lange die Maschine ohne Dampf läuft, stetig Oel in kleineren Mengen einfließt.

Geht man von der Ansicht aus, daß die Schmierung hauptsächlich dann vor sich gehen muß, wenn die Locomotive unter Dampf,

also die Schieber unter großem Drucke arbeiten, so wird auch eine stetige Schmierung mit kleinen Mengen der zeitweisen mit größeren Mengen vorzuziehen sein.

In den letzten Jahren ist eine Anzahl von Schmierapparaten erfunden, die, einmal gefüllt, das Oelen der Kolben und Schieber für längere Zeit selbstthätig verrichten und zwar, je nach der Ansicht des Erfinders, dann, wenn die Locomotive mit oder ohne Dampf läuft; dazu sind in jüngster Zeit Schmiergefäße aufgetaucht, die mehr oder minder selbstthätig zu jeder Zeit schmieren.

Den Vortheil haben sie alle, daß der Heizer nicht mehr während der Fahrt auf der Plattform nach dem vorderen Ende der Maschine zu gehen braucht, um zu schmieren, was nicht gering anzuschlagen ist.

Daß bis jetzt keine Schmiervorrichtung vollkommen ist, beweisen die Versuche, welche noch immer gemacht werden, bessere Schmiergefäße zu erfinden.

Wir können dieselben nicht einzeln besprechen, allgemein führen wir an, daß die neueren Schmiergefäße meist enge Oelgänge oder Siebe haben, die sich bei unreinem Schmiermateriale verstopfen, oder Ventile, die leicht undicht, deren Federn lahm werden u. s. w. Solche Verbesserungstheile befinden sich an Schmiergefäßen für Locomotiven besser nicht; der Locomotivführer hat auf seinen Fahrten keine Zeit und meistens auch keine Lust, sich mit solch empfindlichen Vorrichtungen zu befassen.

Man kommt vielfach auf die unmittelbare Schmierung wieder zurück, und geben wir dieser den Vorzug, wenn die Schmierung vom Stande des Führers erfolgen, wenn Cylinder und Schieber zu jeder Zeit geschmiert werden können, und wenn der Führer es in der Hand hat, mehr oder weniger Schmiere zufließen zu lassen.

Diesen Bedingungen entspricht die in Fig. 536 gezeichnete Schmiervorrichtung. Dieselbe ist auf dem Führerstande an der Hinterwand m des Feuerkistenmantels befestigt. Das Rohr r′ führt zu den Cylindern oder Schieberkästen, in deren Nähe es sich theilt. Das Rohr r steht mit dem Dampfraum in Verbindung. Die Füllung des Gefäßes geschieht bei geschlossenen Hähnen $h^2$ und $h^3$ durch den Ansatz s und den geöffneten Hahn $h^1$, der nach der Füllung geschlossen wird.

Läuft die Maschine ohne Dampf und es soll geschmiert werden, so öffnet der Führer den Hahn $h^3$, worauf das Oel aus dem Gefäße in die Cylinder gesogen wird, welches um so besser geschieht,

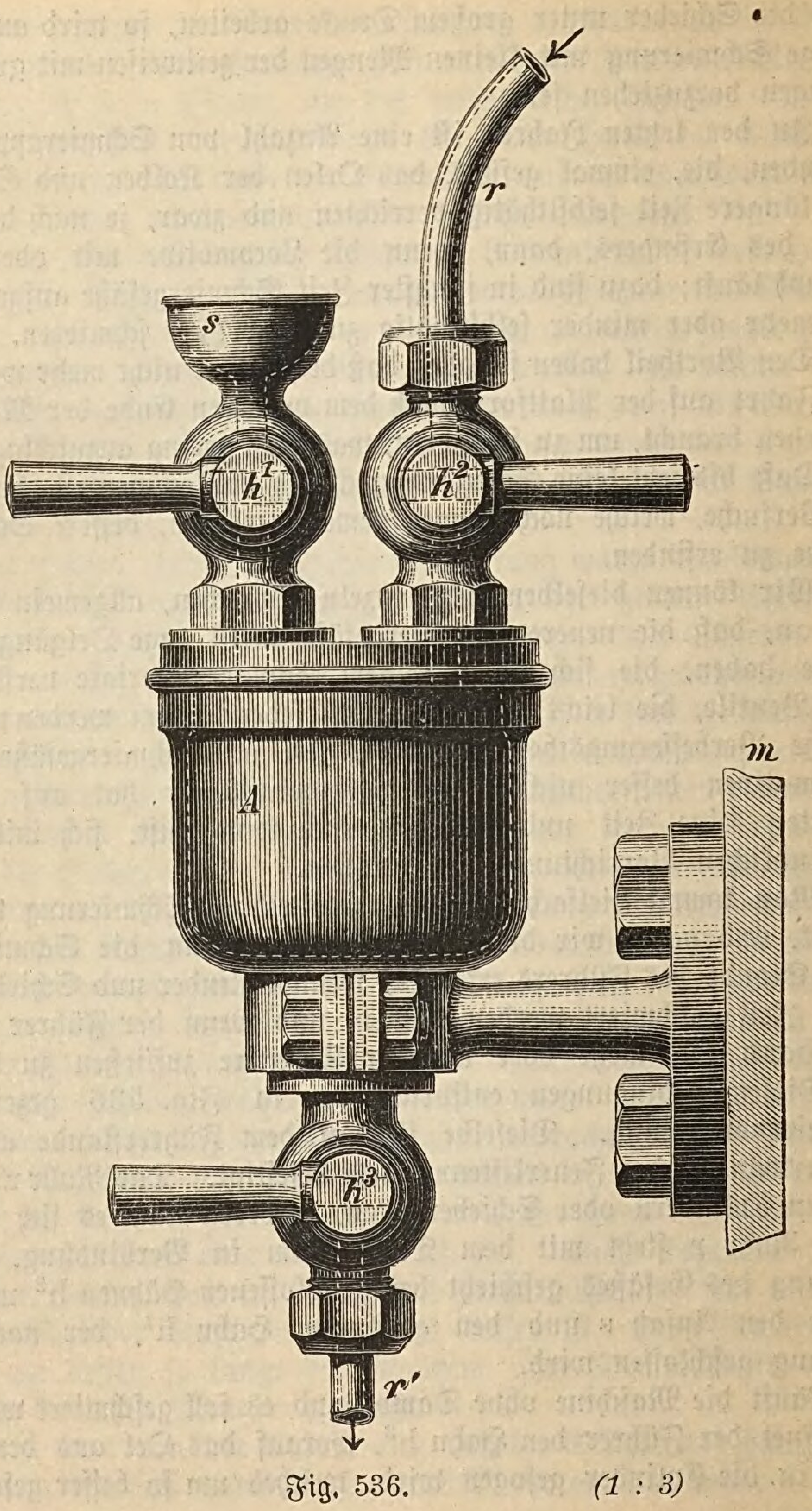



Fig. 536. (1 : 3)

wenn er den Hahn $h^1$ öffnet, weil durch diesen die Luft eintritt und über dem Oele keine Luftverdünnung entsteht.

Arbeitet die Maschine mit Dampf, so muß beim Schmieren der Hahn $h^1$ fest geschlossen bleiben; nach Oeffnung des Hahns $h^3$ wird auch $h^2$ geöffnet, worauf Dampf über das Oel tritt und dieses durch das Rohr r′ in die Cylinder treibt. Je nachdem man den Hahn $h^3$ ganz oder theilweise öffnet, wird in derselben Zeit mehr oder weniger Oel abfließen.

---

## 17. Die störenden Bewegungen der Locomotive.

In Bahnkrümmungen ist der äußere Schienenstrang etwas länger als der innere; der gleichen Anzahl der Umdrehungen der beiden Räder derselben Achse stehen also nicht gleiche Wege gegenüber, und schon durch diesen Umstand wird eine Unregelmäßigkeit in der Fortbewegung der Locomotive hervorgerufen; weitere Anlässe zur Beeinflussung des ruhigen Ganges liegen in der nicht ganz richtigen Lage der Bahn und, selbst diese vorausgesetzt,. in den Stößen der Schienen.

In gerader Bahnstrecke liegen sich die Schienenstöße gegenüber, die Räder einer Achse treffen daher stets zugleich und in regelmäßigen Zeiträumen die Stöße, wodurch eine auf- und abwärtsschwankende Bewegung, das sog. Nicken, Galoppiren, Stampfen oder Wogen, hervorgebracht wird.

Wechseln die Schienenstöße in Krümmungen mit einander ab, liegen sie also nicht einander gegenüber, so wirken sie abwechselnd auf beide Seiten der Maschine und bringen seitliche Schwankungen, das sog. Wanken und Schwanken, hervor.

Unabhängig von der Lage der Gleise erzeugen die Bewegungen der Maschine (Kolben, Kreuzkopf, Kurbel- und Pleuelstange) weitere Störungen des ruhigen Ganges der Locomotive.

Bei Anwendung von geneigt liegenden Cylindern entsteht während der Fahrt eine abwechselnd auftretende Mehrbelastung und Entlastung der Treibachse, denen entsprechende Unregelmäßigkeiten in der Belastung der anderen Achsen, insbesondere der Vorderachse, gegenüberstehen.

Die Fig. 537 und 538 sollen den Vorgang veranschaulichen.

In Fig. 537 bedeute A B die Mittellinie des Cylinders, deren Verlängerung stets durch die Mitte der Treibachse geht; der Pfeil gebe die Richtung des Dampfdruckes an, welcher von dem Kolben, der am Ende seines Hubes angekommen, durch die Kurbelstange auf die Treibachse übertragen wird; die Länge der Linie A O stelle die Größe des Dampfdruckes dar.

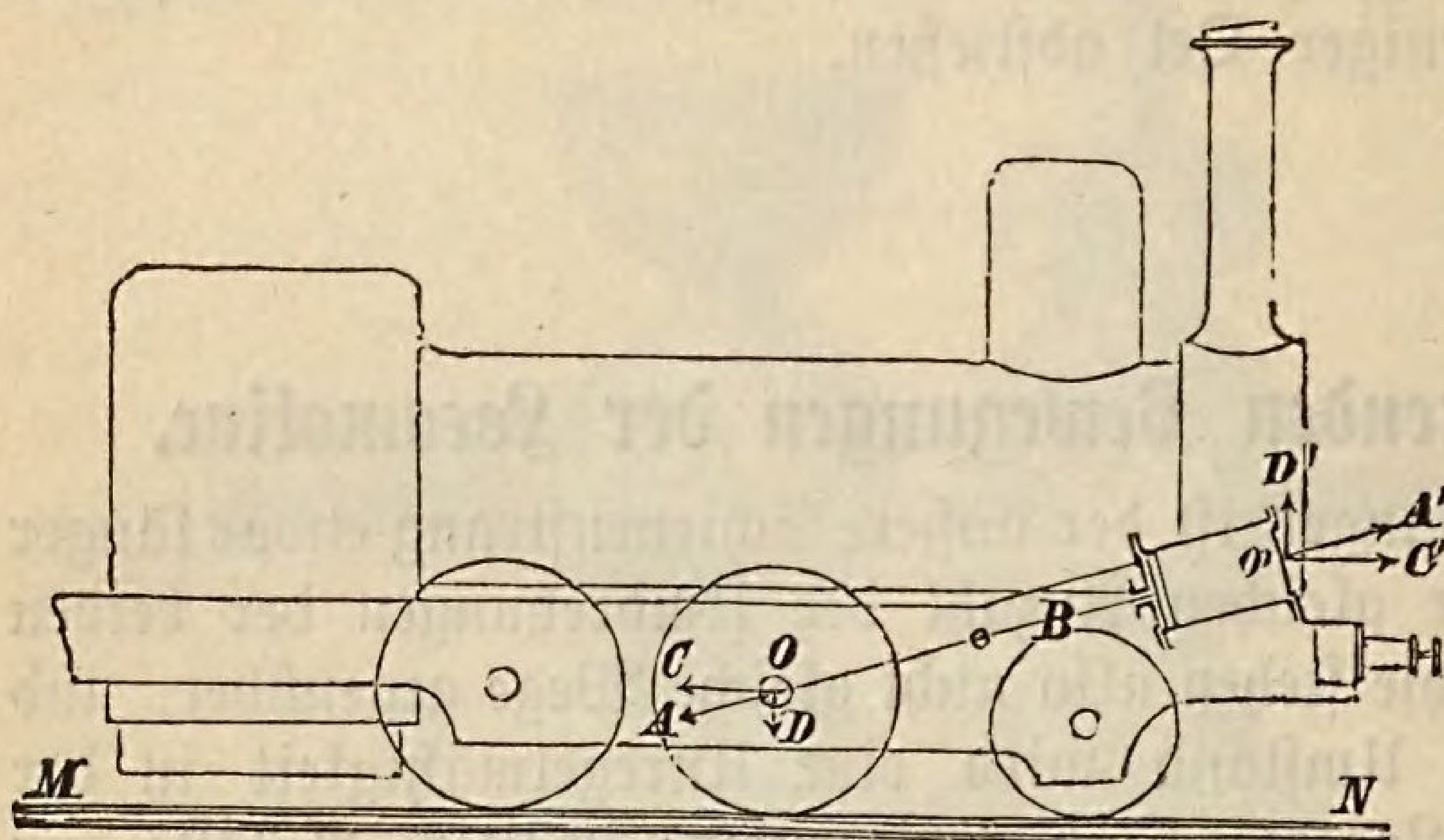


Fig. 537. (1 : 100)

Dem Drucke des Dampfes auf den Kolben entspricht ein gleicher Druck gegen den vorderen Cylinderdeckel, dessen Richtung und Stärke durch die Linie O' A' dargestellt sein mag; den Dampfdruck O A kann man durch die Kräfte O C und O D und die Kraft O' A' durch die beiden Kräfte O' C' und O' D' ersetzt denken, von welchen O C und O' C' parallel zu der Richtungslinie M N der Bahn und die anderen O D und O' D' senkrecht zu derselben wirken.

Die Kräfte O C und O' C' werden durch das Achslager und den Cylinder auf den Längsträger übertragen und heben sich gegen=

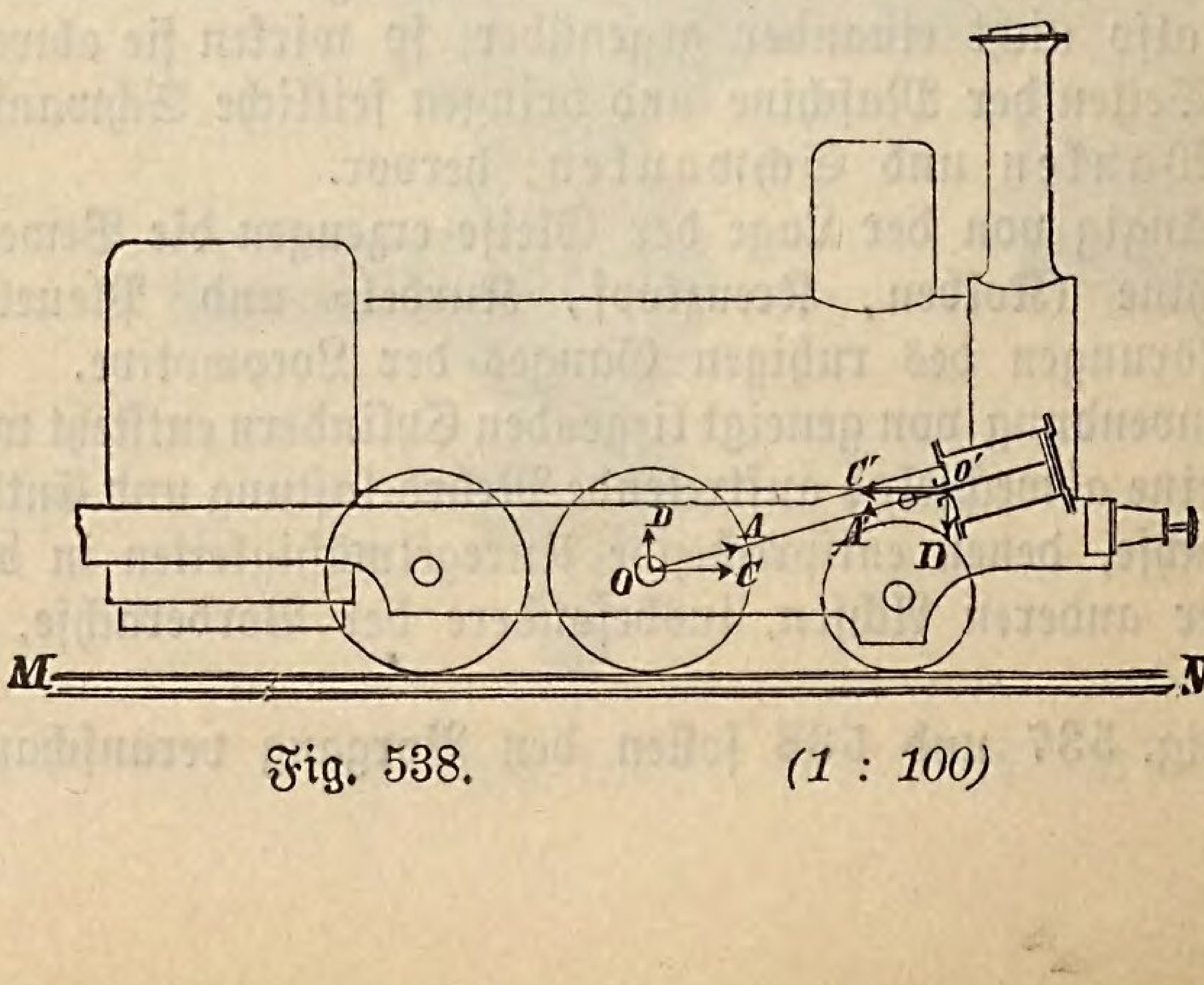


Fig. 538. (1 : 100)

seitig auf; die Kraft O D dagegen vergrößert die Belastung der Treibachse und die Kraft O′ D′ sucht die Locomotive zu heben, entlastet also die Vorderachse.

Fig. 538 veranschaulicht die Wirkung der Kräfte, wenn der Kolben vorn im todten Punkte steht; die Bezeichnungen sind dieselben, wie in Fig. 537. Sämmtliche Kräfte wirken in umgekehrter Richtung, bringen also auch die entgegengesetzten Wirkungen hervor, also eine Entlastung der Treibachse und eine Mehrbelastung der Vorderachse.

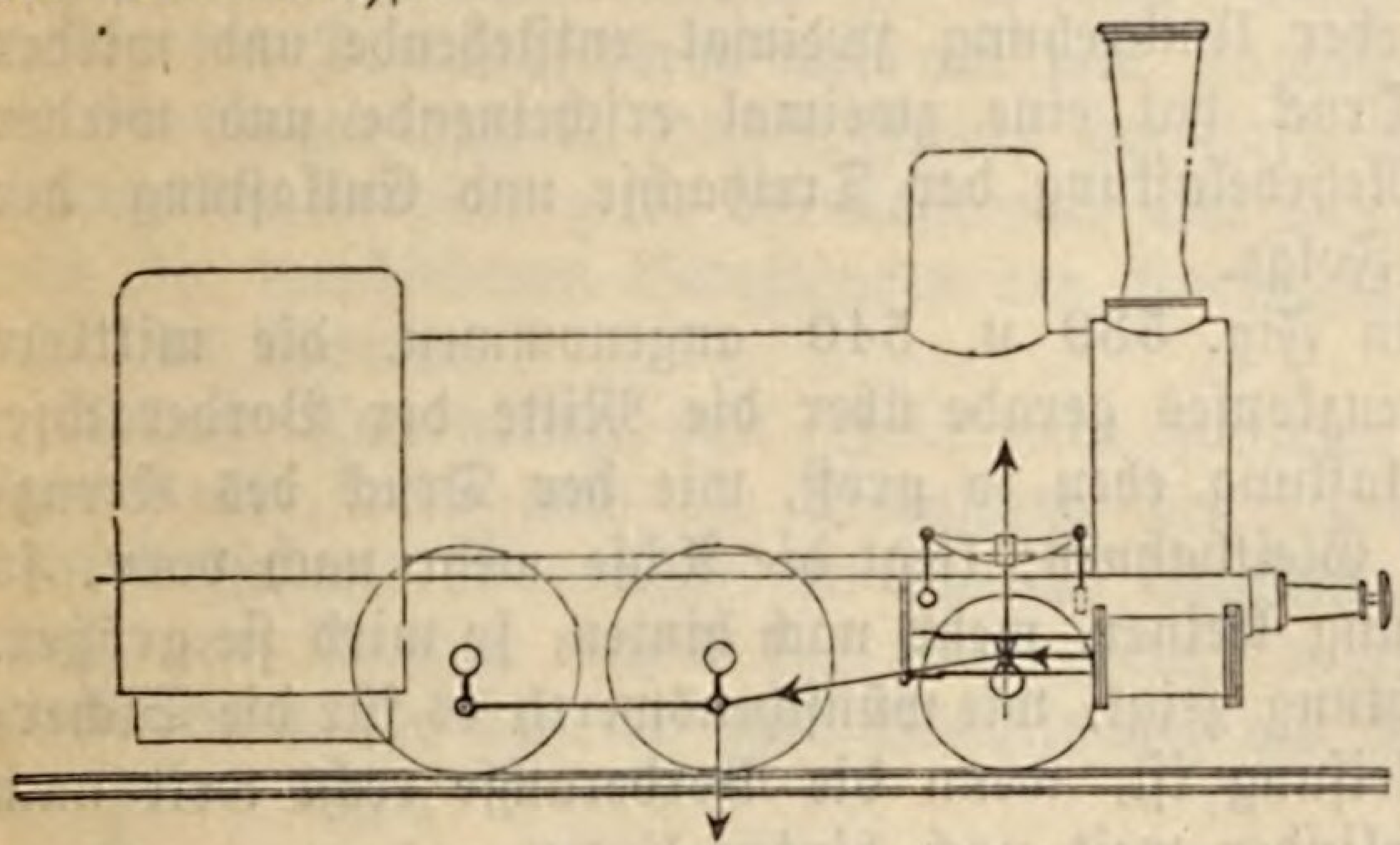


Fig. 539.

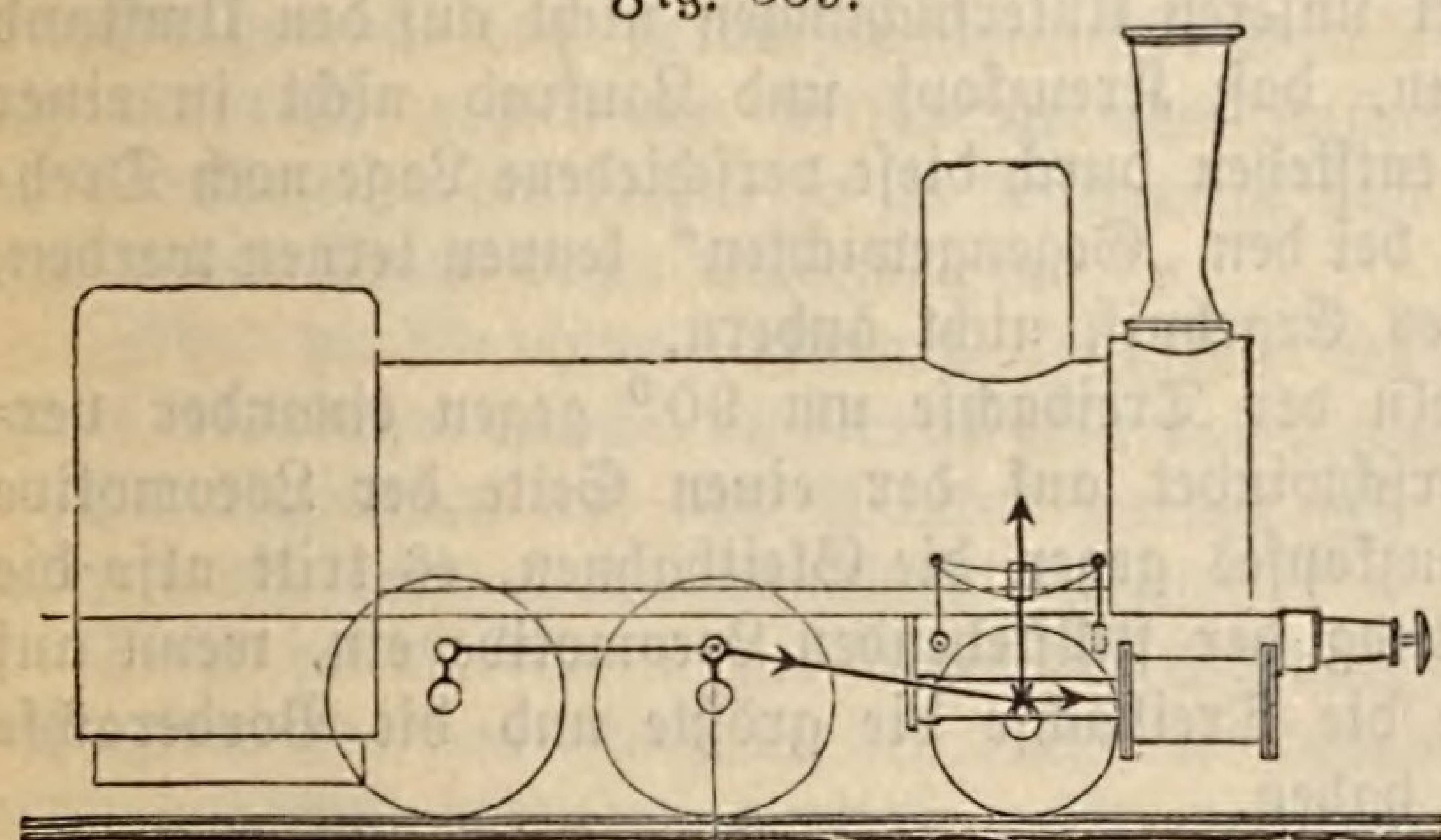


Fig. 540. (1 : 100)

Die Wirkung dieser Kräfte ist dieselbe, wie die der Schienenstöße in gerader Strecke, sie bringen das „Nicken“ der Maschine hervor, welches mit dem Dampfdrucke, dem Durchmesser und der schrägen Lage des Cylinders wächst.

Das Auftreten dieser Kräfte bildet den Hauptgrund gegen die Anwendung von schräg liegenden Cylindern.

Wir haben der Einfachheit wegen bei unsern Betrachtungen angenommen, der Kolben befinde sich in seinen beiden Endstellungen; für die übrigen Stellungen ergiebt sich das gleiche Resultat, es tritt aber bei denselben noch ein anderer Umstand hinzu, der un=

gleiche Belastungen im Gefolge hat, welcher den schräg liegenden Cylindern mit den waagerechten gemeinsam ist, und den wir für letztere untersuchen wollen.

In den Fig. 539 und 540 geben die Pfeile wieder die Richtungen des Dampfdruckes einer vorwärts fahrenden Locomotive an, wenn der Kurbelzapfen ganz nach unten oder ganz nach oben steht. In beiden Fällen drücken die Kreuzköpfe gegen die oberen Gleitbahnen am stärksten, wenn der Kolben in der Mitte, und von da an abnehmend bis zu Null, wenn er in seinen todten Punkten steht.

Dieser bei jeder Umdrehung zweimal entstehende und wieder verschwindende Druck hat eine zweimal erscheinende und wieder verschwindende Mehrbelastung der Treibachse und Entlastung der Vorderachse zur Folge.

Fällt, wie in Fig. 539 u. 540 angenommen, die mittlere Stellung des Kreuzkopfes gerade über die Mitte der Vorderachse, so wird die Entlastung eben so groß, wie der Druck des Kreuzkopfes gegen die Gleitbahnen; liegt die Achse mehr nach vorn, so wird die Entlastung kleiner, mehr nach hinten, so wird sie größer.

Diese Betrachtung zeigt, wie wünschenswerth es für die Sicherheit gegen Entgleisung ist, wenn die Vorderachse recht weit nach vorn und die Cylinder weit nach hinten liegen.

Wir haben bei unseren Untersuchungen nicht auf den Umstand Rücksicht genommen, daß Kreuzkopf und Laufrad nicht in einer Ebene liegen; es entstehen durch diese verschiedene Lage noch Drehmomente, die wir bei den „Gegengewichten" kennen lernen werden, welche jedoch obiges Ergebniß nicht ändern.

Da die Kurbeln der Treibachse um $90^0$ gegen einander verstellt sind, so verschwindet auf der einen Seite der Locomotive der Druck des Kreuzkopfes gegen die Gleitbahnen, es tritt also die gewöhnliche Belastung der stillstehenden Locomotive ein, wenn auf der anderen Seite die Treibachse die größte und die Vorderachse die geringste Last haben.

Die größere Belastung der Treibachse wird unmittelbar durch das Rad auf die Schienen übertragen und macht sich mit der Zeit durch die größere Abnutzung der Radreifen, die übrigens nicht allein in diesem Umstande zu suchen ist, an den dem Kurbelzapfen zunächst und gegenüber liegenden Stellen bemerklich. Der Druck gegen die oberen Gleitbahnen dagegen wirkt erst durch den Längsträger und die Vorderfeder auf die Vorderachse, die Vorderfeder

wird bei jeder Radumdrehung zweimal ihre stärkste und zweimal ihre schwächste Spannung erleiden.

Da diese verschiedenen Spannungen an beiden Seiten der Locomotive nicht zusammenfallen, so bewirken sie dieselbe Erscheinung, wie nicht einander gegenüberliegende Schienenstöße in Bahnkrümmungen, sie bringen ein „Wanken" der Locomotive hervor. Dieses wächst mit dem Drucke des Kreuzkopfes gegen die Gleitbahnen, es wird also um so größer, je kürzer die Kurbelstange gegen den Durchmesser des Kurbelkreises ist; es wächst ferner mit dem Durchmesser des Dampfcylinders und mit dem Dampfdrucke.

Verbindet man die beiden Federn der Vorderachse durch einen Querbalancier oder giebt der Achse nur eine Querfeder, so gleicht man die verschiedenen Belastungen der Vorderachse aus, beseitigt also das Wanken.

Durch Anwendung von Balanciers zwischen Treibachse und Vorderachse wird auch die Entlastung der Vorderachse auf die Mittelachse mit übertragen, die stärkere Belastung der Mittelachse durch den schrägen Schub der Kurbelstange dagegen nicht aufgehoben, da dieser dieselbe ohne Vermittlung des Längsträgers und der Feder trifft.

Die durch die Schienenstöße und durch nicht stetig gleich große Belastungen der Achse hervorgerufenen störenden Bewegungen können sich natürlich gegenseitig verstärken oder aufheben, es ist daher der Durchmesser der Räder so zu bestimmen, daß ihr Umfang nicht gerade die Länge einer Schiene hat.

Fährt die Maschine rückwärts, so drückt der Kreuzkopf auf die untere Gleitbahn, belastet die Vorderachse und entlastet die Treibachse.

In Beziehung auf das Wanken werden sich dieselben Erscheinungen wie beim Vorwärtsfahren zeigen.

Steht der Kolben in der Mitte des Cylinders, so wirkt er am kräftigsten auf das Rad, in der Nähe der todten Punkte muß er durch das Rad getrieben werden; während also an der einen Stelle die Maschine die Locomotive fortbewegt, muß sie an der anderen Stelle durch das Beharrungsvermögen der Locomotive getrieben werden. Es ist klar, daß durch diesen Umstand ein ruckweises Vortreiben der Locomotive eintreten muß; da nun, wie schon mehrfach angeführt, die Kurbeln um 90° gegeneinander verstellt sind, so wird dieses Vortreiben abwechselnd auf der rechten und der linken Seite der Locomotive vor sich gehen: eine weitere Ungleich-

förmigkeit der Bewegung, das sog. Schlingern, ist die Folge. Es äußert sich bei der Fahrt durch eine seitliche Bewegung des vorderen Theiles der Locomotive.

Die bis jetzt betrachteten störenden Bewegungen der Locomotive können nur theilweise durch besondere Anordnungen, wie Anwendung von drei oder vier Cylindern, beseitigt werden; man verringert sie durch sorgfältige Unterhaltung der Bahn, zweckmäßige Form der Radreifen, Anwendung großer Radstände und langer Kurbelstangen; ferner dadurch, daß man die Vorderachse weit nach vorn und die Cylinder möglichst nahe der Mitte des Kessels anbringt und ihre waagerechte Entfernung klein macht; auch durch tiefe Lage des Kessels, zweckmäßige Federanordnung und starke Belastung der Vorderachse.

Der Kolben und mit ihm die Kolbenstange, der Kreuzkopf und die Kurbelstange haben eine hin- und hergehende Bewegung, wodurch der Schwerpunkt der Locomotive beständig verschoben wird. Von der fortschreitenden Bewegung der ganzen Locomotive, sowie von der theilweisen Drehbewegung der Kurbelstange abgesehen, ist die Geschwindigkeit des Kolbens und der anderen genannten Theile im todten Punkte gleich Null, sie wächst bis zur mittleren Kolbenstellung und nimmt wieder ab, bis der Kolben wieder im todten Punkt anlangt. Es ist eine bestimmte Kraft nöthig, um diesen Theilen die bis zur mittleren Stellung des Kolbens wachsende Geschwindigkeit zu ertheilen; umgekehrt üben sie selbst diesen Druck aus, während sie in der zweiten Hälfte des Kolbenweges diese Geschwindigkeit wieder verlieren. Würde man die Maschine so einrichten können, daß man obigen Theilen gleiche Massen anbrächte und denselben die entgegengesetzte Bewegung von jenen gäbe, so würden die durch oben angegebene Umstände entstehenden Störungen sich gegenseitig aufheben.

Man kann die Aufgabe unter gleichzeitiger Beseitigung der meisten schon früher betrachteten Störungen auf folgendem Wege lösen. Man bringt an jeder Seite der Locomotive in der Mitte zwei Cylinder an und läßt den einen auf das vordere, den anderen auf das hintere Rad wirken und zugleich den einen vorwärts, den anderen rückwärts arbeiten. Bei dieser Anordnung sind vier Cylinder, also vier Maschinen nöthig.

Einfacher, wenn auch nicht so vollkommen, würde man den gewünschten Erfolg, bis auf die Entlastung der Vorderachse, erreichen,

wenn man mitten unter dem vorderen Theile des Kessels zwischen den beiden anderen einen dritten Cylinder anbrächte, der dieselbe Stärke wie die beiden anderen zusammen haben müßte. Die Kurbeln der äußeren Cylinder wären in diesem Falle gleich zu stellen, die des innern dagegen um 90° gegen jene zu versetzen.

Bei der Einschlagung dieses Weges bekommt man die wenig einfache Drillingsmaschine, bei welcher ein besonderer Uebelstand ist, daß der Kessel sehr hoch gelegt werden muß, um für die Kurbelstange des dritten Cylinders Platz zu schaffen.

Am einfachsten und auch ziemlich vollkommen gleicht man die Gewichte des Kolbens u. s. w. durch Gegengewichte Q Q aus, welche dem Kurbel- und Kuppelzapfen gegenüber zwischen den Speichen der Räder angebracht werden. Fig. 541—543.

Auf die Größe des Gegengewichts ist von Einfluß: das Gewicht der auszugleichenden Massen, die Entfernung der Cylindermitten, die Länge der Kurbel, die Entfernung des Gegengewichtes von der Achse und die Entfernung der Radmitten von einander.

Die Bewegung der einzelnen Steurungstheile bringt allerdings auch noch Störungen hervor, dieselben sind aber so gering, daß man sie ohne Bedenken vernachlässigen kann.

In Fig. 542 sind die Entfernungen der Räder = 2 r und die der Cylinder = 2 c nicht gleich, und heben sich deshalb die Kräfte P, welche durch die Bewegung der Kolben ꝛc. und die Kräfte Q, welche durch das Gegengewicht hervorgerufen werden, nicht gegenseitig auf, sie suchen die Achse noch um die Mittellinie O O in der Richtung nach R hin zu drehen; durch ein entsprechendes an dem anderen Rade bei q angebrachtes Gegengewicht kann diese Drehung wieder aufgehoben werden, es würde uns jedoch zu weit führen, wenn wir auf diese Erscheinung näher eingehen wollten. Der Umstand, daß die Gegengewichte Q oft nicht, wie wie in Fig. 541 und 543 punktirt angedeutet, dem Kurbelzapfen genau gegenüber, sondern wie bei Q′ gezeichnet, angebracht werden, hat im Obigen seinen Grund.

Wir haben drei störende Bewegungen beim Gange der Locomotive kennen gelernt, zunächst das „Nicken“, welches sich durch eine ungleiche Belastung der Vorderachse bemerklich macht, dann das „Wanken“, hervorgerufen durch die ungleiche Belastung der beiden Achslager der Vorderachse, und endlich das „Schlingern“, wodurch die Spurkränze der Vorderachse abwechselnd gegen die

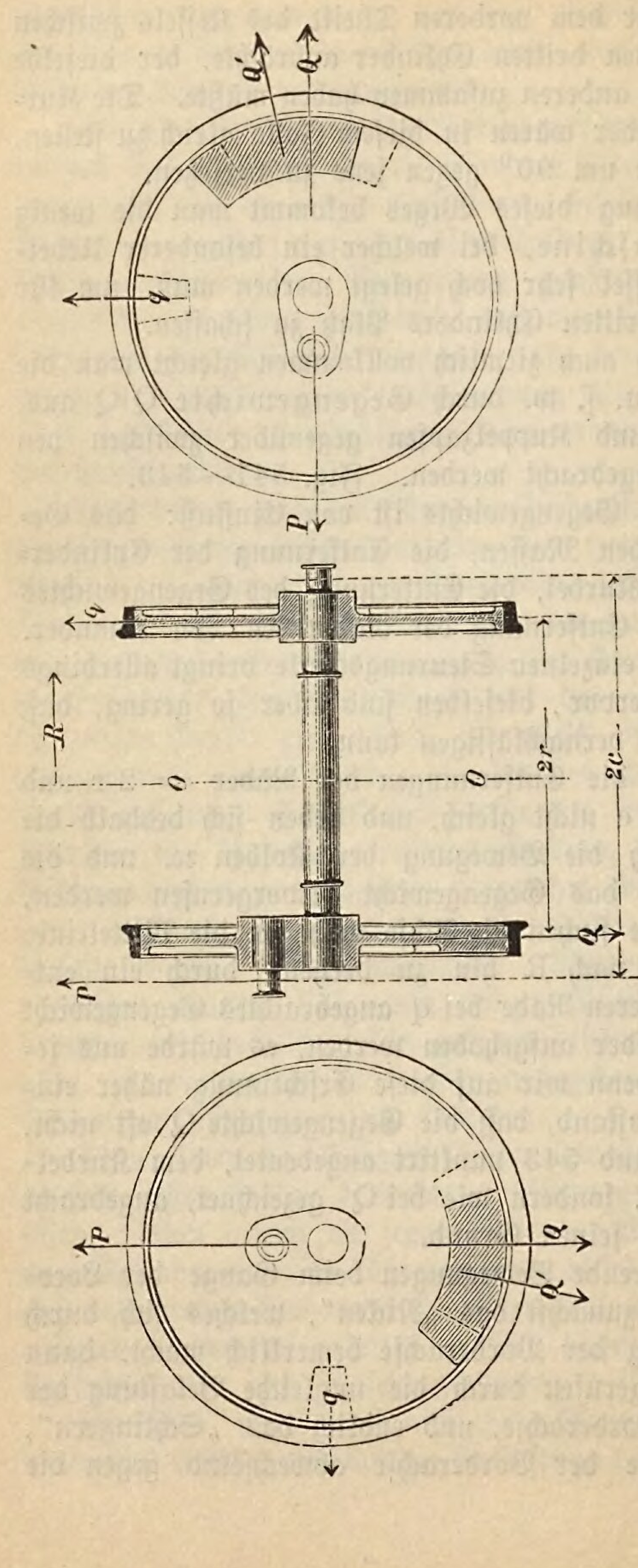



Fig. 541—543. (1 : 50)

Schienen gedrückt werden. Ein Mittel, die durch das Nicken und Wanken der Locomotive verursachten ungleichen Belastungen der einzelnen Räder zu beseitigen, oder doch zu vermindern, bietet sich in der Anwendung von Balanciers und Balancierfedern dar.

Nach den technischen Vereinbarungen wird zur Unterstützung der Locomotiven eine solche Anordnung empfohlen, wobei unter Anwendung von Balanciers die Stützung auf drei Punkten erfolgt.

Die ganze Locomotive wird durch die Räder getragen, sie ist natürlich so oft unterstützt, wie sie Räder hat, und ist die Anwendung von nur drei Rädern, um obiger Vorschrift zu genügen, nicht an-

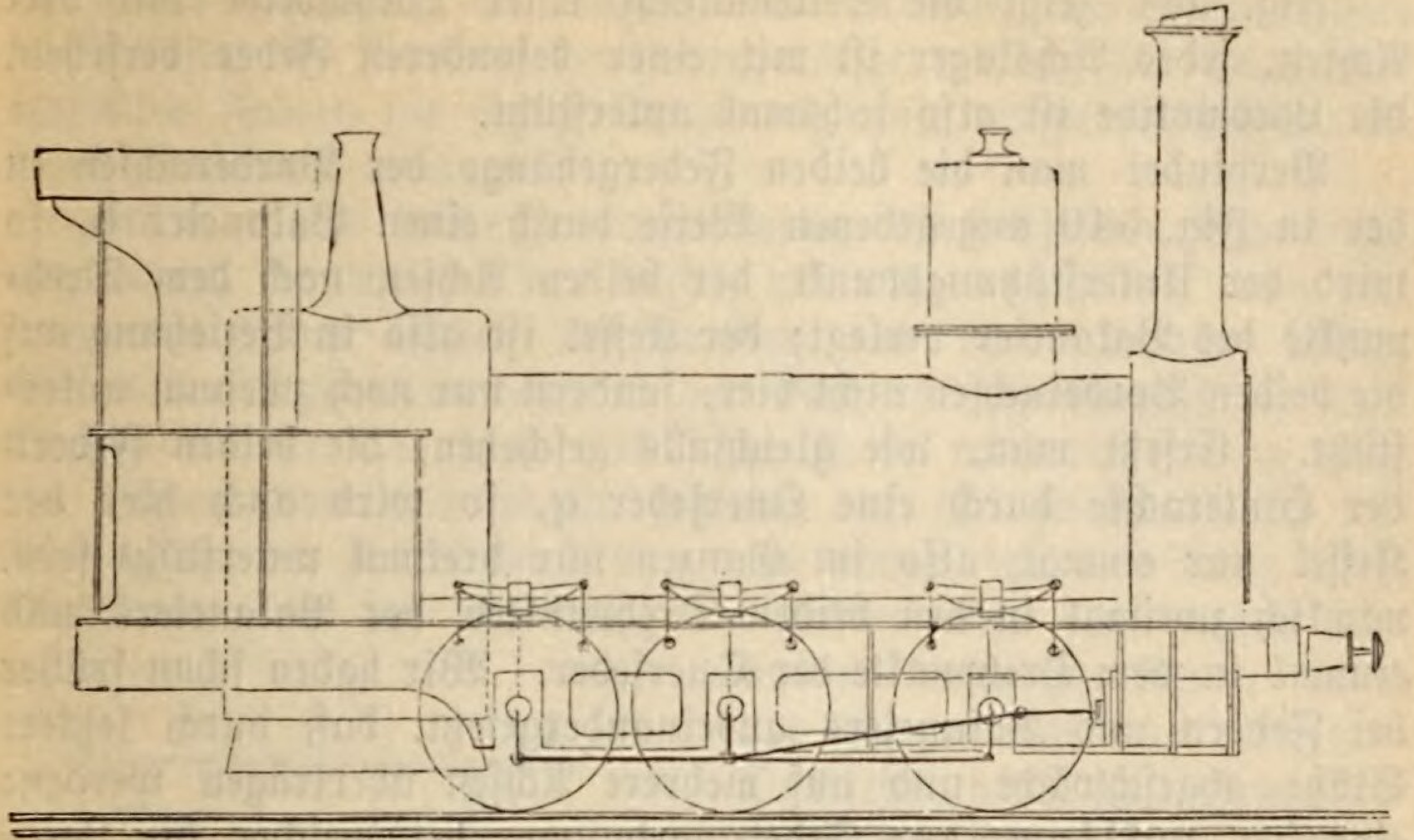


Fig. 544. *(1 : 96)*

gänglich; dieselbe bezieht sich in der That auch nicht auf die Uebertragung des Gewichtes der Locomotive durch die Räder auf die Schienen, sondern auf die Uebertragung des Gewichtes des Kessels, der Längsträger u. s. w. durch die Federn u. s. w. auf die Räder.

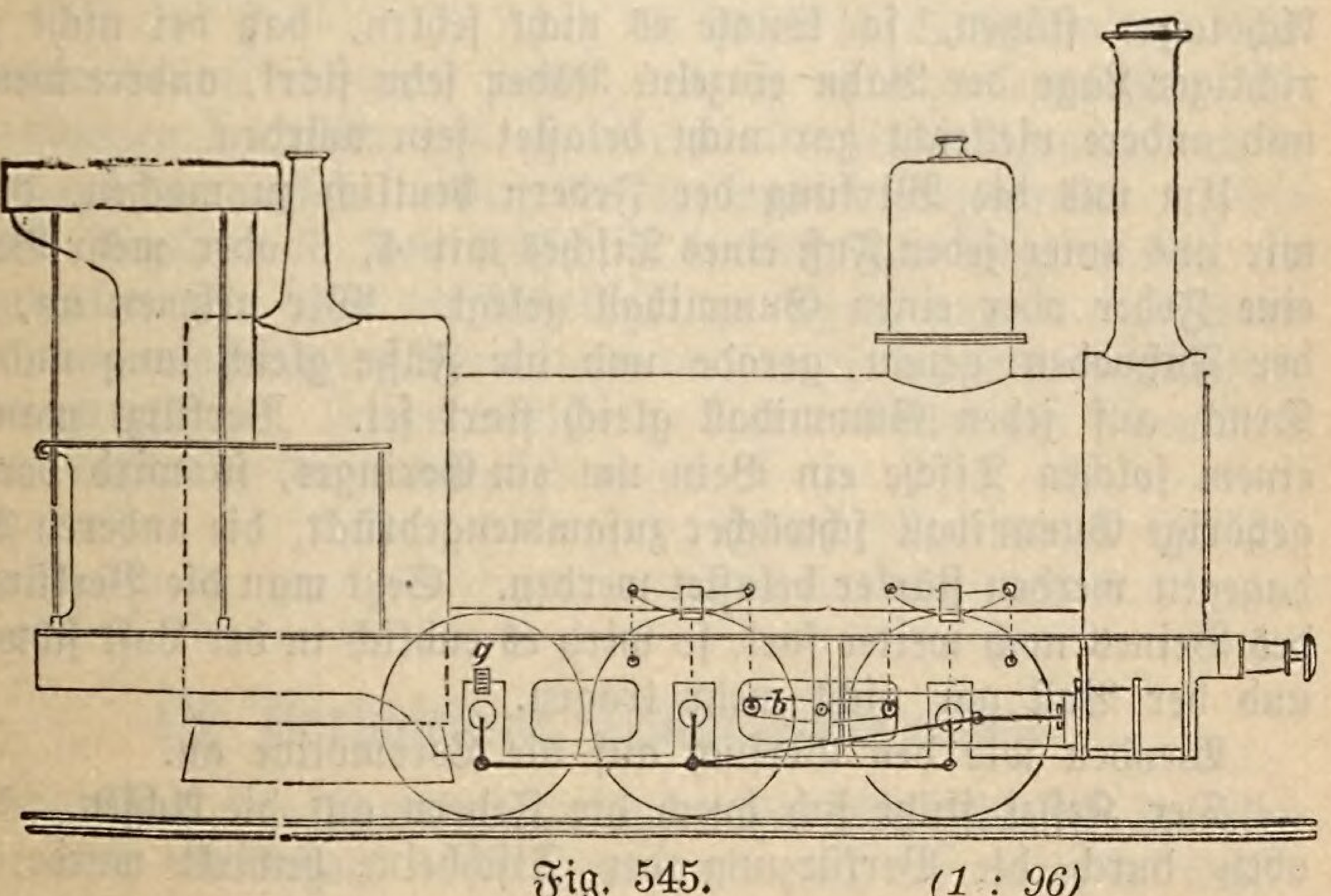



Fig. 545. *(1 : 96)*

Fig. 544 zeigt die Seitenansicht einer Locomotive mit drei Achsen, jedes Achslager ist mit einer besonderen Feder versehen, die Locomotive ist also sechsmal unterstützt.

Verbindet man die beiden Federgehänge der Vorderachsen in der in Fig. 540 angegebenen Weise durch einen Balancier b, so wird der Unterstützungspunkt der beiden Achsen nach dem Drehpunkte des Balancier verlegt; der Kessel ist also in Beziehung auf die beiden Vorderachsen nicht vier, sondern nur noch zweimal unterstützt. Ersetzt man, wie gleichfalls geschehen, die beiden Federn der Hinterachse durch eine Querfeder q, so wird auch hier der Kessel nur einmal, also im Ganzen nur dreimal unterstützt sein, nämlich zweimal in den beiden Drehpunkten der Balanciers und einmal in dem Drehpunkte der Querfeder. Wir haben schon früher bei Federn und Balanciers auseinandergesetzt, daß durch letztere Stöße abgeschwächt und auf mehrere Achsen übertragen werden; eine sog. vollkommene Federanordnung, bei welcher die Locomotive nur in drei Punkten unterstützt ist, macht aber auch eine einseitige Mehrbelastung oder Entlastung einzelner Achsen unmöglich.

Es ist bekannt, daß ein Tisch mit vier Beinen nicht fest steht, wenn die Füße nicht gleich lang sind, oder der Fußboden nicht ganz gerade liegt. Bei einem Tisch mit drei Beinen kommt das nicht vor, mag ein Bein länger sein oder nicht, der Tisch steht immer fest.

Würde man den Kessel ohne Vermittlung von Federn auf alle Achslager stützen, so könnte es nicht fehlen, daß bei nicht ganz richtiger Lage der Bahn einzelne Räder sehr stark, andere weniger und andere vielleicht gar nicht belastet sein würden.

Um uns die Wirkung der Federn deutlich zu machen, denken wir uns unter jeden Fuß eines Tisches mit 4, 6 oder mehr Beinen eine Feder oder einen Gummiball gelegt. Wir nehmen an, daß der Fußboden genau gerade und die Füße gleich lang und der Druck auf jeden Gummiball gleich stark sei. Verkürzt man bei einem solchen Tische ein Bein um ein Geringes, so wird der zugehörige Gummiball schwächer zusammengedrückt, die anderen Bälle dagegen werden stärker belastet werden. Setzt man die Verkürzung des Beines noch weiter fort, so wird es endlich in der Luft schweben und der Ball gar nicht mehr tragen.

Wenden wir den Versuch auf die Locomotive an.

Der Kessel stützt sich durch die Federn auf die Achsen. Was oben durch die Verkürzung der Tischbeine bewirkt wurde, die

schwächere Belastung der einzelnen Gummibälle, bewirkt man hier durch Lösen der Muttern der Federgehänge. Auch hier kann man einzelnen Federn die ganze Spannung, also einzelnen Achsen die ganze Belastung nehmen.

Hat man eine solche Federanordnung mit Hülfe von Balanciers angewandt, bei welcher der Kessel, wie oben angegeben, vorn nur zweimal in den beiden Drehpunkten des Balancier zu beiden Seiten der Locomotive und in der Mitte der Hinterachse in dem Drehpunkte der Querfeder unterstützt ist, so wird die Lösung einer der beiden Vorderachsfedern sogleich auf die zweite Feder mit übertragen, der Kessel wird von vorn etwas nach der einen Seite überhängen, an der Belastung der Räder aber sonst nichts verändert werden. Durch Lösen der einen Seite der hinteren Querfeder wird sich, ohne Veränderung der ganzen Lastvertheilung, der ganze Kessel hinten nur etwas niedriger stellen.

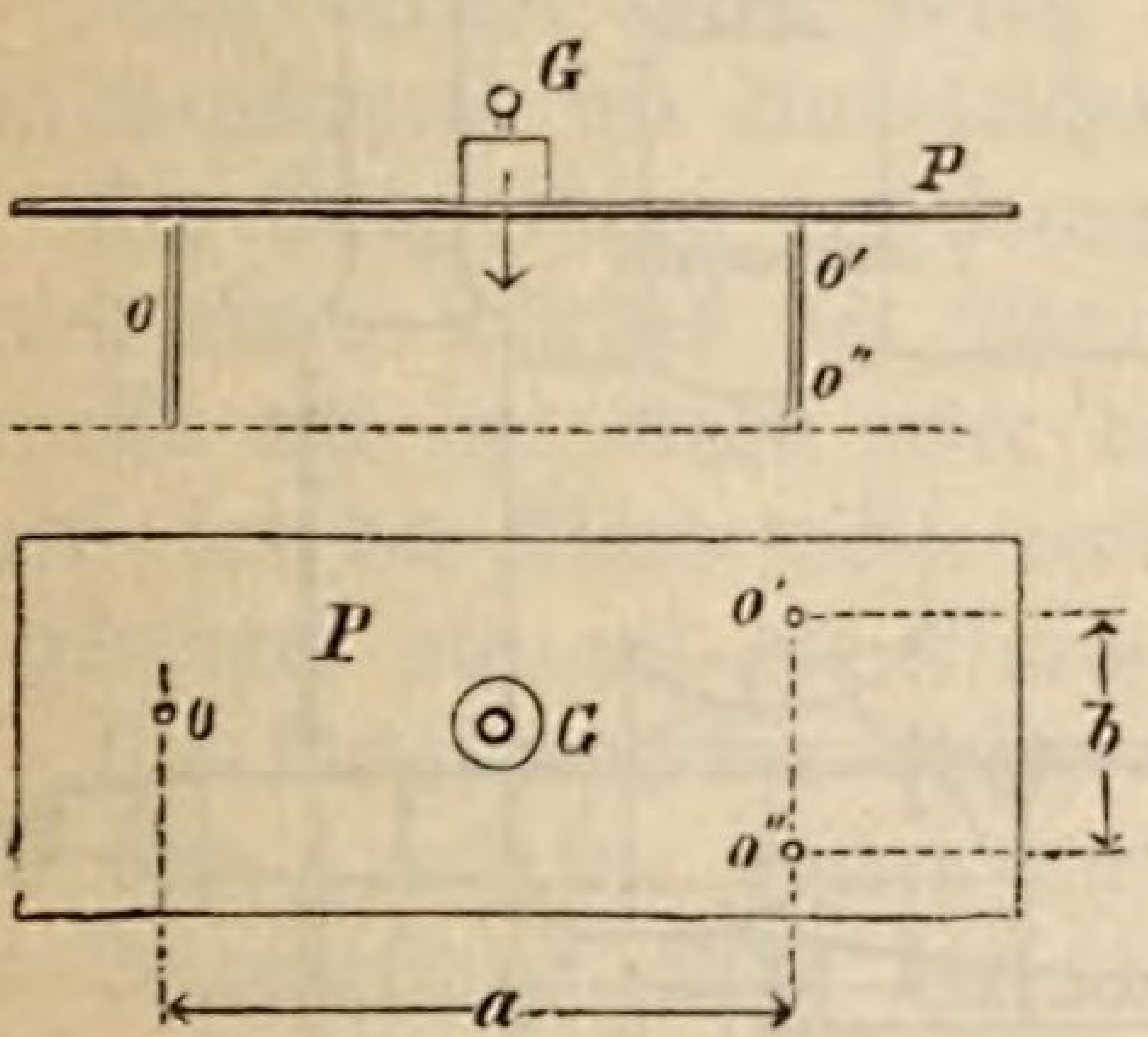


Fig. 546 u. 547.

Unterstützen wir eine durch ein Gewicht G beschwerte Platte P an drei Punkten o, o', o'' (Fig. 546 u. 547), so wird dieselbe um so leichter umfallen, je höher die Stützen o sind, und je näher sie bei einander stehen; es ist also zu empfehlen, die Entfernungen derselben von einander, also die Größen a und b, recht groß zu machen. Auf die Locomotive angewandt, ergeben sich die Regeln: 1) Den Kessel so niedrig wie möglich über die Stützpunkte, also über die Achslager zu legen, und 2) eine Federanordnung anzubringen, bei welcher die drei Stützpunkte des Kessels, besonders aber die beiden, welche zu beiden Seiten der Locomotive liegen, recht weit von einander liegen.

---

## 18. Verschiedene Federanordnungen.

Die Wahl der Federanordnung richtet sich natürlich in erster Reihe nach der Anzahl der Achsen, dann nach der Lage der Achsen

und Cylinder, nach der Lastvertheilung, ferner nach praktischen Schwierigkeiten, auf die man stößt.

Wir wollen zunächst eine zweiachsige Locomotive betrachten. Eine solche ist dadurch auf drei Punkten zu unterstützen, daß man der Vorder- oder Hinterachse eine Querfeder und der anderen Achse zwei getrennte Federn giebt; man kann auch bei Anwendung von vier Federn zwei beliebige, an beiden Seiten der Locomotive einander gegenüber liegende Federgehänge durch einen Querbalancier

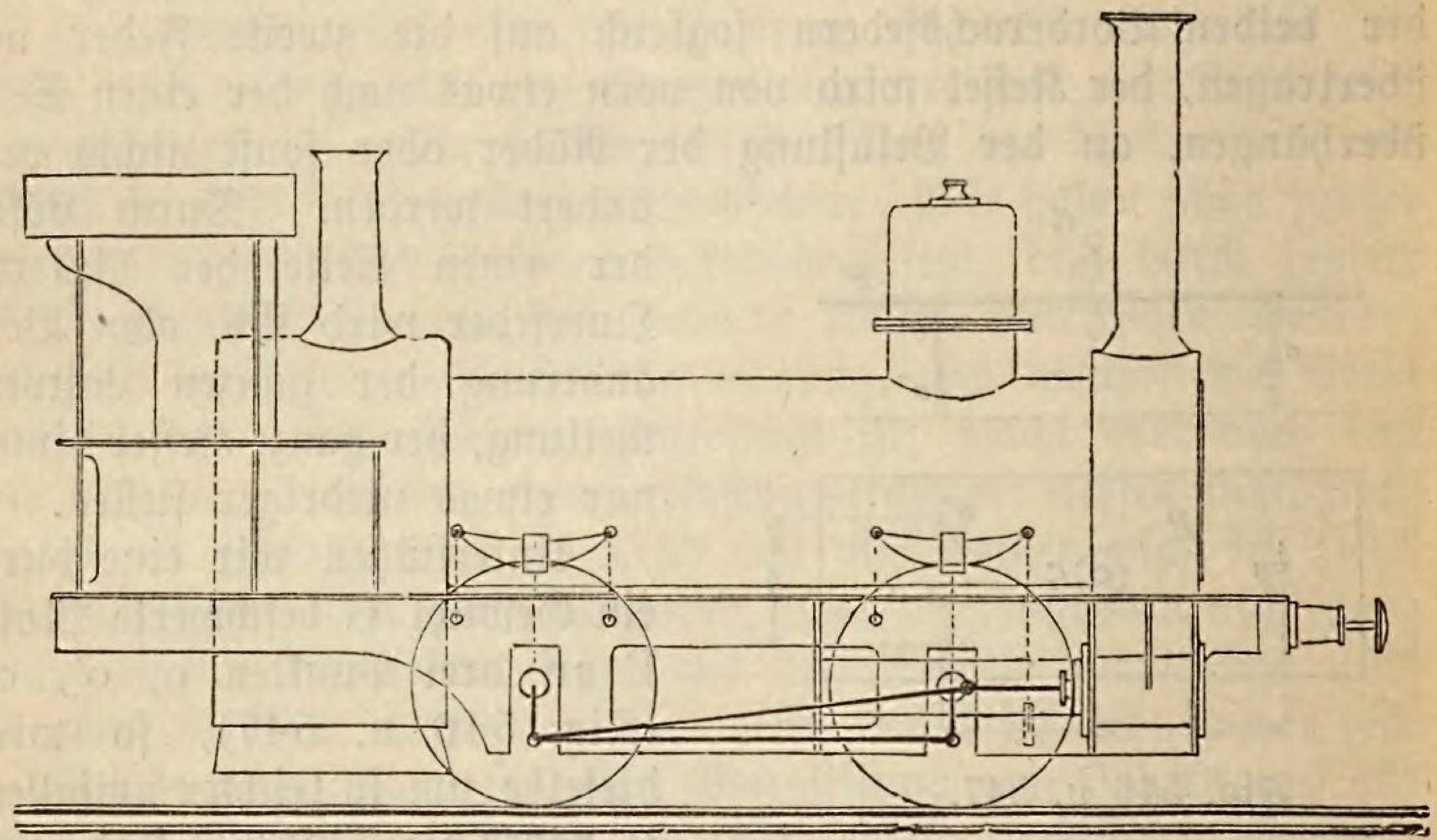


Fig. 548. *(1 : 96)*

verbinden und drittens einer Achse zwei Balanciers geben und diese durch eine Querfeder verbinden.

Ist man durch die Feuerkiste nicht in der Federanordnung beschränkt, — liegt der Lastvertheilung wegen die Hinterachse dicht vor der Feuerkiste, so ist dort meist nur zu einer Querfeder Platz — so ist die Anordnung wie in Fig. 548 zu empfehlen. Durch diese werden die durch den Druck der Kreuzköpfe gegen die Gleitbahnen hervorgerufenen ungleichen Belastungen der Vorderachse, also das Wanken beseitigt, außerdem wird die Entfernung des Stützpunktes für den Balancier von der Hinterachse groß.

Denselben Zweck erreicht man bei der oben angegebenen dritten Art, bei welcher die beiden Federn der Vorderachsen durch Balanciers und der Querbalancier durch eine Querfeder ersetzt wird. Beide Anordnungen sind gleich gut. Die leichtere Ausführbarkeit

der einen oder anderen Anordnung ist in jedem einzelnen Falle für die Wahl entscheidend.

Man kann auch der Vorderachse, ohne Anwendung von Balanciers, eine Querfeder zur Erreichung desselben Zweckes geben; bei einer solchen vorderen Querfeder stößt man jedoch leicht auf Schwierigkeiten bei der Ausführung, außerdem wird aber dadurch die Locomotive vorn zu leicht beweglich und schwankt erfahrungsmäßig beim raschen Fahren und wenn das Gleise nicht ganz gut liegt.

Hat man bei der Hinterachse nur zu einer Querfeder Platz, so bekommt die Vorderachse zwei getrennte Federn, die nicht weiter verbunden werden und daher die Ausgleichung der ungleichen Radbelastungen nicht bewirken, also das Wanken nicht beseitigen können.

Nachfolgende Betrachtung soll es noch deutlicher machen, wie wünschenswerth die Ausgleichung der Belastung gerade vorn ist.

Die Entgleisung der Locomotive wird, wenn sie nicht durch den Bruch eines Theiles der Maschine oder des Wagens, durch Hindernisse auf der Bahn oder dergl. veranlaßt wird, wohl zumeist zuerst bei der Vorderachse eintreten. Sie tritt um so leichter ein, je geringer die auf der Vorderachse ruhende Last ist.

Die Belastung der Achse besteht aus ihrem eigenen Gewichte und dem durch die Feder auf sie übertragenen Theile der Last der Locomotive. Mag die übrige Lastvertheilung sein, welche sie wolle, die Achse selbst drückt immer mit ihrem eigenen Gewichte auf die Schienen, wenn nicht der Fall eintritt, daß das Nicken der Locomotive vorn so stark wird, daß beim Aufsteigen die Vorderachslager auf die Verbindungsstücke zwischen den Achshaltern stoßen, wodurch die Achse gehoben wird. Das Schlingern der Locomotive verursacht seitliche Drücke der Spurkränze gegen die Schienen; fällt ein solcher Seitendruck (Flantschenstoß) gegen ein Rad der Vorderachse mit der geringsten Belastung derselben zusammen, so ist in demselben Augenblick die Sicherheit der Maschine gegen Entgleisung am geringsten.

Da die Verbindung der Vorderachsfedern durch einen Balancier die Entlastungen der Vorderachse auf beide Räder vertheilt, also die übergroße Entlastung eines Rades verhindert, so trägt sie demnach sehr zur Sicherheit gegen eine Entgleisung bei.

Bei dreiachsigen Locomotiven werden die gebräuchlichen Federanordnungen schon mannigfaltiger.

Man sollte denken, die günstigste Federanordnung sei die, bei

welcher die Hinterachse zwei besondere Federn hätte, die Federn der Mittel- und Vorderachse dagegen durch Balanciers an beiden Seiten der Locomotive und außerdem noch die vorderen Federgehänge der Vorderachse durch einen dicht hinter der Rauchkammer liegenden Querbalancier verbunden wären. Wollte man noch weiter gehen, so könnte man die einzelnen Balanciers noch durch Balancierfedern ersetzen. Bei dieser Anordnung würden sämmtliche Entlastungen der einzelnen Räder der Vorderachse sowohl unter einander, als auch mit der Mittelachse ausgeglichen werden, und könnten erhebliche Entlastungen nicht vorkommen.

Man hat dieses versucht, ist aber davon zurückgekommen, weil Locomotiven mit einer solchen Federanordnung vorn zu beweglich werden und beim raschen Fahren, wenn sie ins Schwanken gekommen sind, fast nicht wieder zur Ruhe kommen wollen.

Man beschränkt sich darauf, entweder der Hinterachse eine Querfeder zu geben und die Vorderfedern der beiden Seiten der Locomotive durch Balanciers zu verbinden oder umgekehrt, die Balanciereinrichtung bei den beiden Hinterachsen anzubringen und vorn eine Querfeder oder zwei Seitenfedern mit Querbalanciers oder aber zwei Seitenbalanciers mit einer Querfeder anzuordnen.

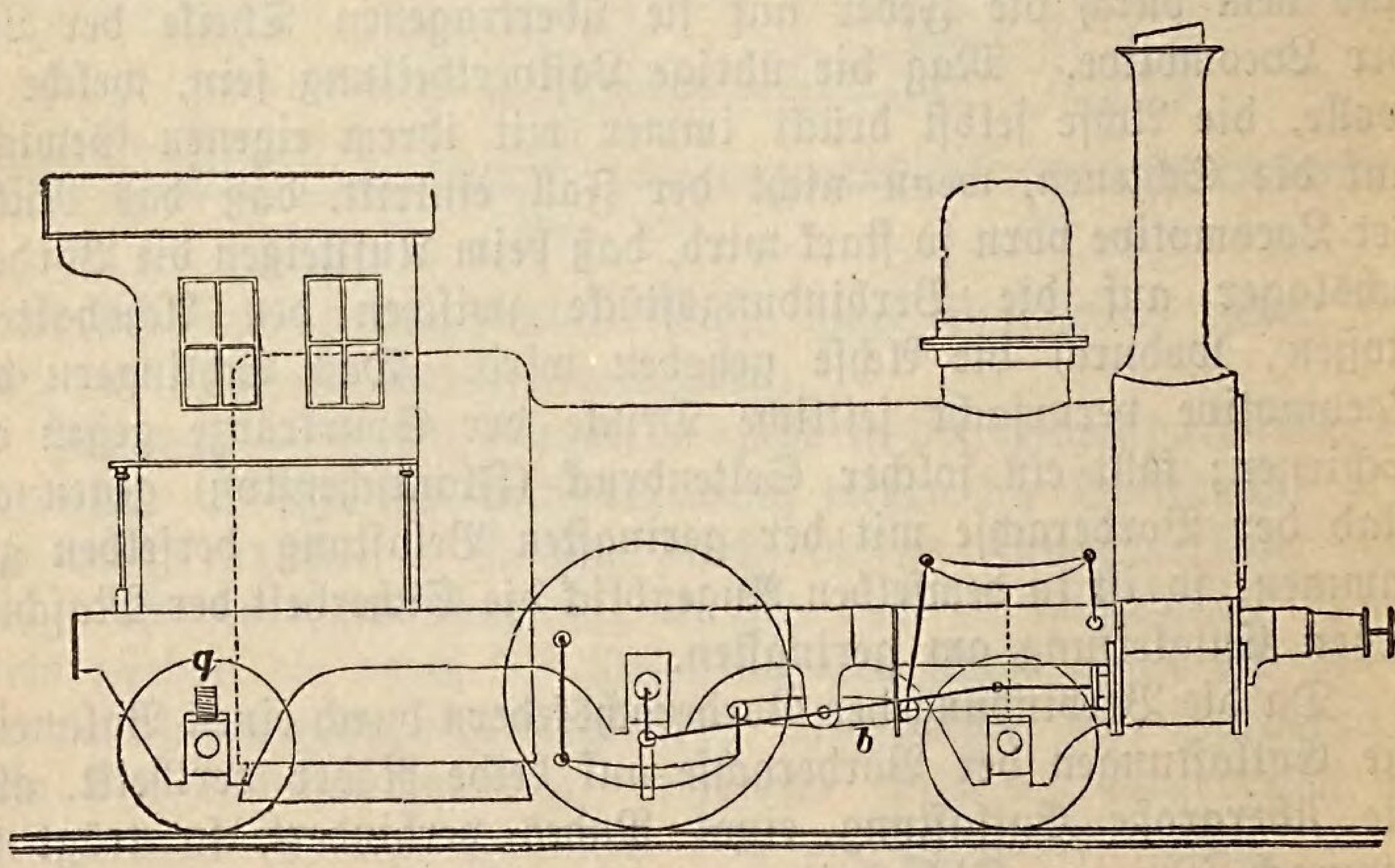



Fig. 549. *(1 : 96)*

In Fig. 549 ist eine Federanordnung gezeichnet, welche bei Personenzugmaschinen mit nur einer Treibachse sehr gebräuchlich

ist. Die Hinterachse ist mit einer Querfeder q versehen, die Federn der beiden vorderen Achsen haben Balanciers.

Die ungleichen Belastungen der beiden Vorderräder sind nicht beseitigt, die Entlastungen können aber nicht erheblich werden, da die Mittelachse an denselben mit Theil nimmt und außerdem die Vorderachse noch etwas vor der mittleren Stellung des Kreuzkopfes liegt. Die beiden Vorderachsen liegen näher bei einander als die beiden Hinterachsen, der Drehpunkt des Balanciers liegt also weiter von der Hinterachse entfernt, als sein Abstand von der Vorderachse betragen würde, wenn man die beiden Hinterachsen mit Balanciers verbunden hätte. Ein weiterer Vortheil dieser Anordnung ist noch der, daß die stärksten Belastungen der Treibräder durch den schrägen Schub oder Zug der Kurbelstange bei den mittleren Stellungen der Kolben und dadurch die einseitigen Abnutzungen der Radreifen durch die Balanciers theilweise wieder beseitigt werden, da sie mit den stärksten Entlastungen der an denselben Seiten liegenden Vorderachsfedern zusammenfallen.

Fig. 550 stellt die Federanordnung einer Locomotive dar, bei welcher alle drei Achsen vor der Feuerkiste liegen und die beiden hinteren gekuppelt sind. Die beiden Treibachsen sind durch Balancierfedern verbunden, es wird dadurch die Last der Maschine auf beide gleich vertheilt, was nöthig ist, damit die Radreifen der Räder sich in gleichem Maße abnutzen und so stets den gleichen Durchmesser behalten.

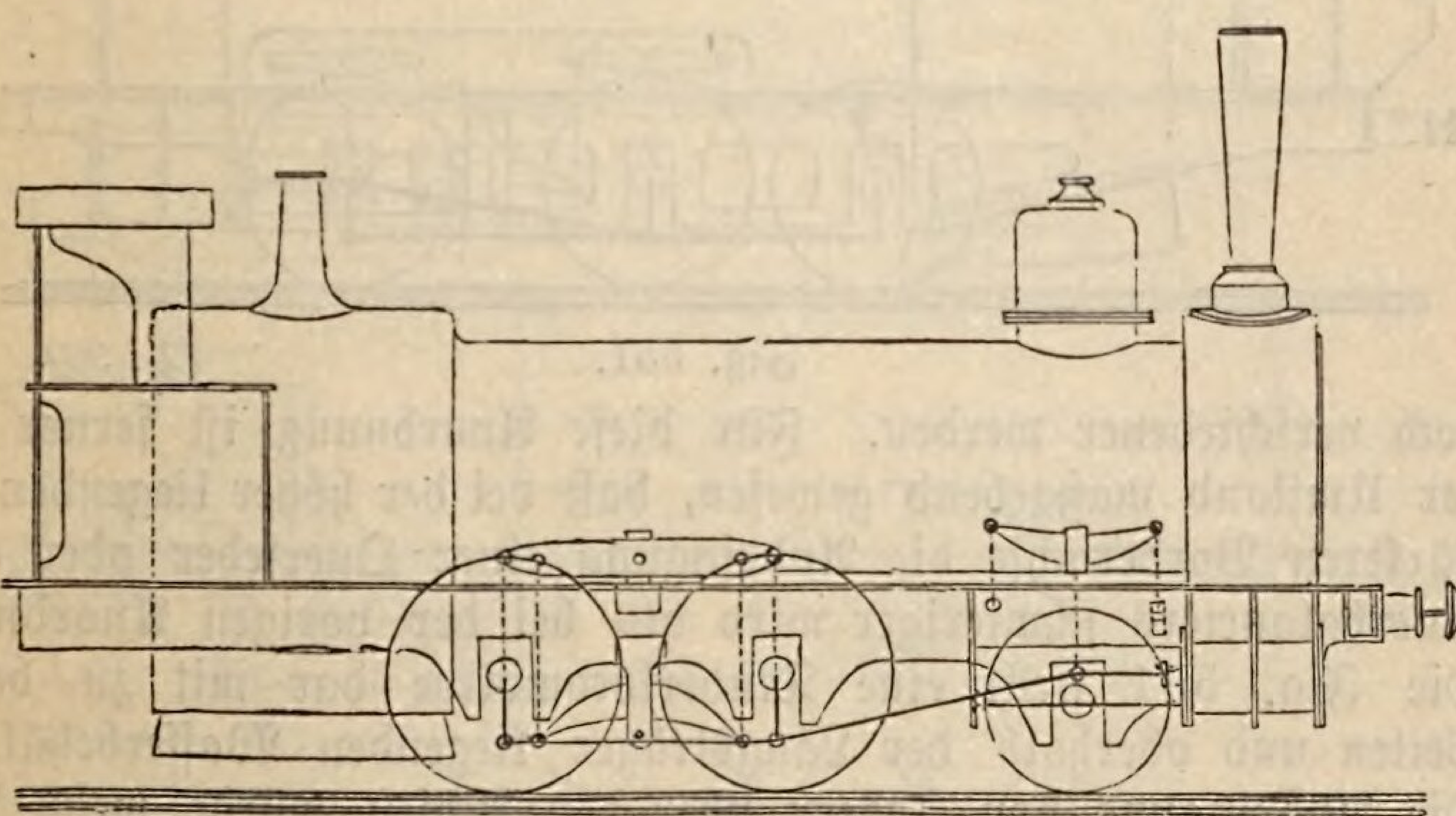


Fig. 550. *(1 : 96)*

Die Vorderachse ist mit zwei Federn versehen, die zur Ausgleichung der ungleichen Belastungen durch einen hinter der Rauchkammer liegenden Balancier verbunden sind.

Die beiden Balancierfedern fallen etwas steif aus, weil sie die ganze auf den beiden Treibachsen ruhende Last zu tragen haben; da die Locomotive jedoch nur für langsam fahrende Züge bestimmt ist, so fällt dieses nicht besonders ins Gewicht. Die Entfernung der Balancierfeder von der Vorderachse fällt günstiger Weise größer aus, als die des Balancierdrehpunktes von der Hinterachse geworden wäre, wenn man den Balancier zwischen Mittelachse und Vorderachse verlegt hätte.

Die Fig. 544 und 545 stellen die Federanordnungen von Locomotiven dar, bei welchen alle drei Achsen gekuppelt sind. Der Grund, wie bei der vorigen Anordnung die Last der gekuppelten Hinterachsen durch Balanciers auszugleichen, ist hier bei den beiden Vorderachsen noch triftiger, da die Belastungen derselben in Folge des bekannten Druckes des Kreuzkopfes gegen die obere Gleitbahn

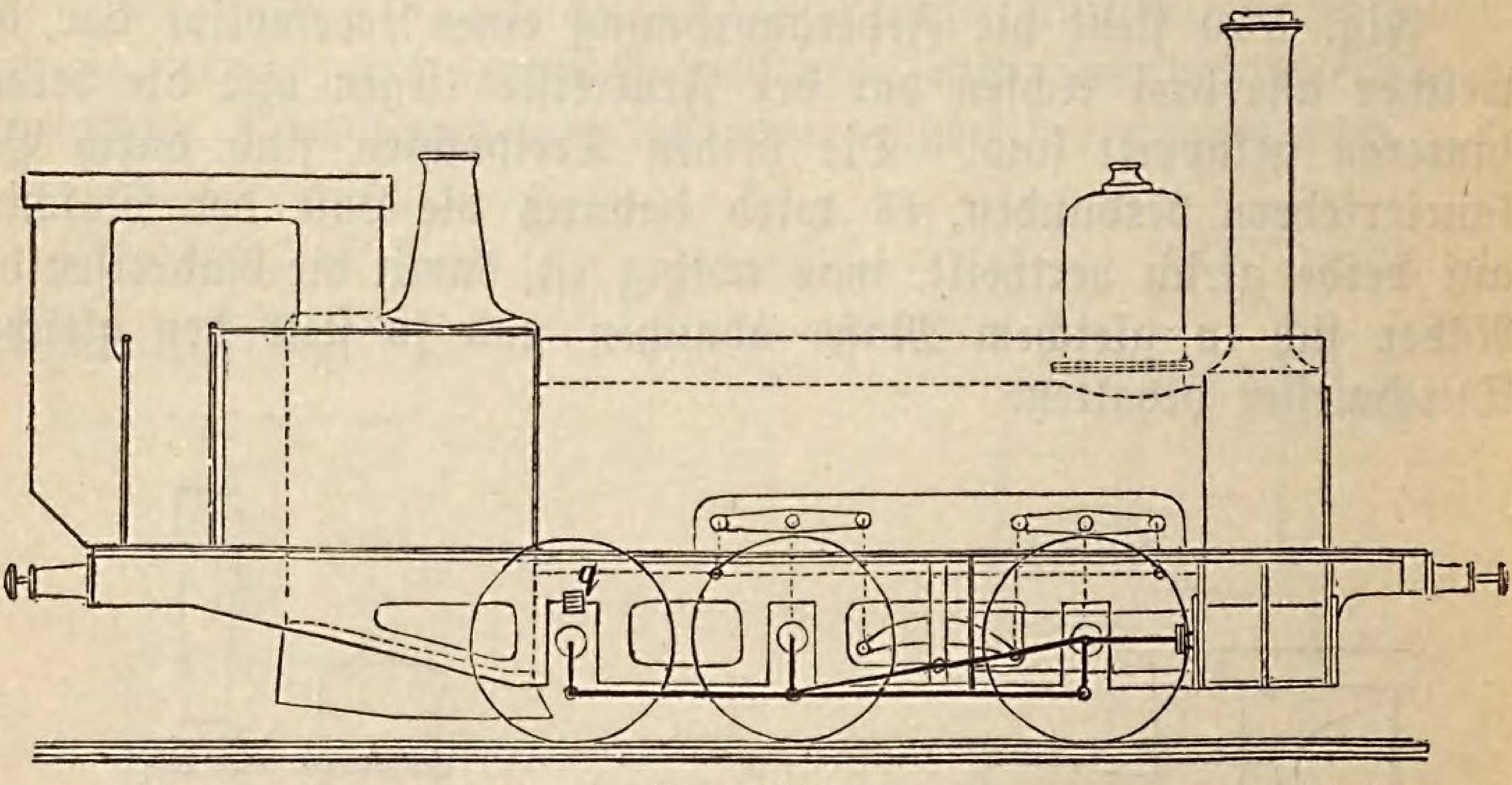



Fig. 551. *(1 : 96)*.

noch verschiedener werden. Für diese Anordnung ist ferner noch der Umstand maßgebend gewesen, daß bei der höher liegenden und stärkeren Vorderachse die Anbringung einer Querfeder oder eines Querbalanciers schwieriger wird als bei der vorigen Anordnung. Die Fig. 551 stellt eine Tenderlocomotive dar mit zu beiden Seiten und oberhalb der Längsträger liegenden Wasserbehältern. Die Anbringung von Federn über den Achsen würde mehr Platz beanspruchen als die von Balanciers.

Die Vorderachsen liegen weiter von einander entfernt als die Hinterachsen, welcher Umstand für eine Verbindung der Hinterachsen durch Balanciers gesprochen haben würde. Wie aus den Zeichnungen ersichtlich, ist die Hinterachse mit einer Querfeder q versehen.

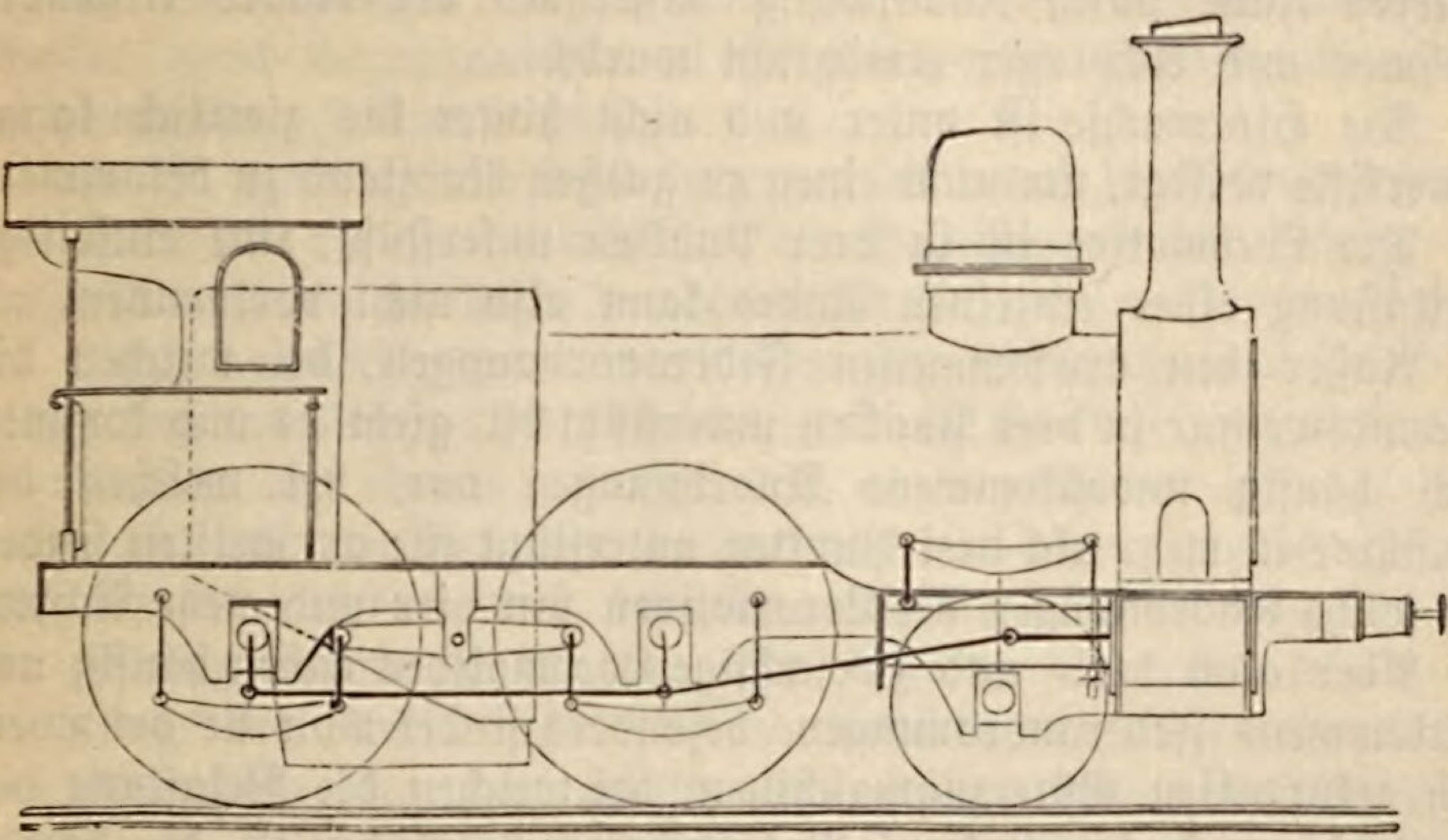


Fig. 552. *(1 : 96)*

Beispiele von gekuppelten Personenzugmaschinen, bei welchen die hintere Achse unter der Feuerkiste liegt, sind in Fig. 552 und 553 gezeichnet; die Federanordnung ist in beiden Figuren der

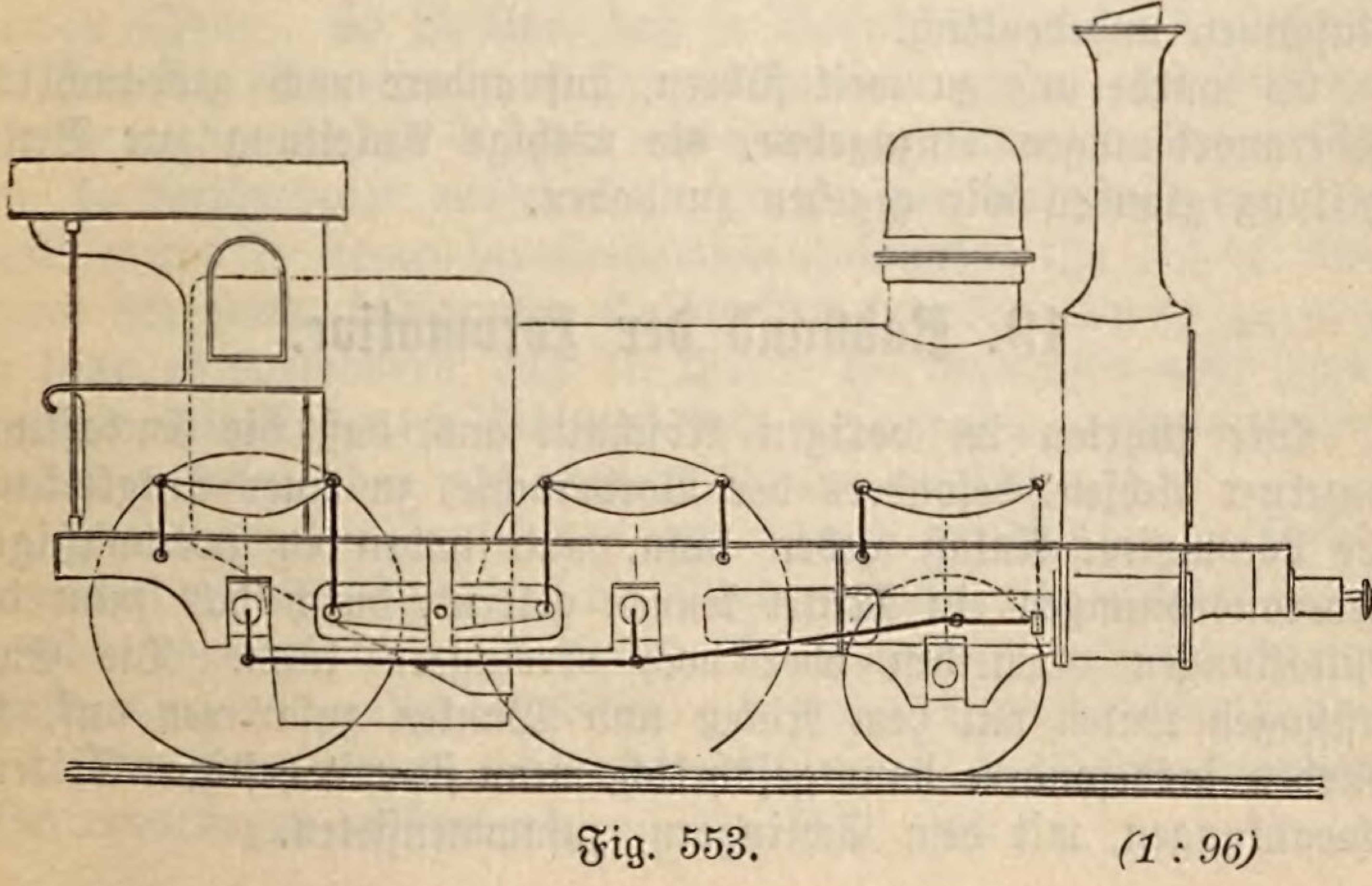


Fig. 553. *(1 : 96)*

Hauptsache nach dieselbe; zwischen den Federn der beiden gekuppelten Hinterachsen liegt ein Balancier, und die Vorderachsfedern sind durch einen Querbalancier verbunden. In Fig. 552 liegen die Federn unterhalb, in Fig. 553 oberhalb der Achslager, was im letzteren Falle durch Anwendung außerhalb der Räder liegender Rahmen und Achslager ermöglicht wurde.

Die Hinterachse ist unter und nicht hinter die ziemlich lange Feuerkiste verlegt, um nicht einen zu großen Radstand zu bekommen.

Die Locomotive ist in drei Punkten unterstützt, eine einseitige Entlastung eines einzelnen Rades kann also nicht vorkommen.

Außer den vollkommenen Federanordnungen, bei welchen die Locomotive nur in drei Punkten unterstützt ist, giebt es und kommen noch häufig unvollkommene Anordnungen vor, bei welchen die Maschine in mehr als drei Punkten unterstützt ist; am meisten finden sich solche Anordnungen bei Locomotiven mit vier und mehr Achsen.

Aber auch drei- und zweiachsige Locomotiven haben häufig unvollkommene Federanordnungen, besonders findet man sie bei zweifach gekuppelten Güterzugmaschinen, bei welchen die Belastung der Treibachsen allerdings durch Balanciers ausgeglichen ist, die beiden Federn der Vorderachse aber nicht mit einander verbunden sind. Ist die Vorderachse stark belastet, liegen die Dampfcylinder in Beziehung zu derselben weit nach hinten und ist die Kurbelstange im Verhältniß zum Kurbelhalbmesser groß, so ist das Fehlen des vorderen Querbalanciers bei diesen doch nur langsam fahrenden Maschinen unbedenklich.

Es würde uns zu weit führen, auf andere noch gebräuchliche Federanordnungen einzugehen, die nöthige Anleitung zur Beurtheilung glauben wir gegeben zu haben.

## 19. Radstand der Locomotive.

Wir führten im vorigen Abschnitt aus, daß die Entlastung einzelner Achsen, besonders der Vorderachse, zu einer Entgleisung der Locomotive Anlaß geben kann, und haben in zweckmäßigen Federanordnungen ein Mittel kennen gelernt, durch das man die Entlastungen vermeiden oder doch verringern kann. Die Entlastungen traten mit dem Nicken und Wanken zusammen auf, sie wurden insbesondere dann gefährlich, wenn sie mit heftigen Seitenschwankungen, mit dem Schlingern, zusammenfielen.

Alle Mittel, welche die störenden Bewegungen verringern, tragen zur Sicherheit gegen Entgleisung bei. Sie bestehen in einer guten Lage des Gleises, in der Anwendung von waagerechten und möglichst nahe der Mitte der Maschine liegenden Dampfcylindern, in langen Kurbelstangen, in zweckmäßiger Ausgleichung der bewegten Massen durch Gegengewichte, in tiefer Lage des Kessels und zweckentsprechender Federanordnung.

Es ist ohne weitere Erläuterungen klar, daß die Schwankungen der Maschine um so bedenklicher die Belastungen der Achsen beeinflussen müssen, je kürzer der Radstand ist; ebenso wird die Stärke der durch das Schlingern verursachten Flantschenstöße mit der Vergrößerung des Radstandes abnehmen. Dieser Einfluß des Radstandes ist offenbar der Grund gewesen, daß es in mehreren Staaten verboten ist, mit Locomotiven, bei welchen alle Achsen vor der Feuerkiste liegen, mit der sonst erlaubten Geschwindigkeit von 90 km pro Stunde fahren zu dürfen. Im Allgemeinen wird allerdings die Länge des Radstandes einer Locomotive mit hinter oder unter der Feuerkiste liegender Hinterachse größer sein als der einer Maschine, bei welcher alle Achsen vor derselben liegen, nöthig ist das aber durchaus nicht, und es ist bedenklich, die zulässige Geschwindigkeit allein von diesem einen Umstande abhängig zu machen.

Die Achsen der meisten Locomotiven liegen fest und lassen eine seitliche Verschiebung nicht zu, die Räder derselben Seite liegen in einer Ebene. Es ist klar, daß in Bahnkrümmungen verschiedene Stellen der Radreifen zum Tragen kommen müssen; die Auflagerstellen werden bei den äußeren und mittleren Rädern derselben Seite um so verschiedener ausfallen, je größer der Radstand der Locomotive und je kleiner der Krümmungshalbmesser ist. Ist der Radstand bei einem bestimmten Halbmesser der Krümmung zu groß, so kann es vorkommen, daß die Breite der Radreifen nicht genügt und einzelne Räder die Schienen nicht mehr treffen, sondern zwischen dieselben fallen oder mit andern Worten entgleisen.

Um Krümmungen leichter und sicherer durchfahren zu können, erweitert man das Spurmaß der Schienen, welches in gerader Strecke 1,435 m beträgt; mehr als 30 mm über dieses Maß, welches für einen Krümmungshalbmesser von 180 m gilt, soll man jedoch nicht anwenden.

Für Locomotiven mit festen Achsen ist § 89 der technischen Vereinbarungen maßgebend.

Den Locomotiven ist ein so großer Radstand zu geben, als es die Krümmungsverhältnisse der Bahn gestatten.

Zur Schonung des Oberbaues und der Locomotive wird empfohlen, für Bahnen, bei denen in freier Strecke vielfach Krümmungen vorkommen:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| bei Krümmungen mit | 180 m | Halbmesser | . . . | 2,8 m |
| „ „ „ | 210 „ | „ | . . . | 3,1 „ |
| „ „ „ | 250 „ | „ | . . . | 3,5 „ |
| „ „ „ | 300 „ | „ | . . . | 3,9 „ |
| „ „ „ | 400 „ | „ | . . . | 4,6 „ |
| „ „ „ | 500 „ | „ | . . . | 5,2 „ |
| „ „ „ | 600 „ | „ | . . . | 5,8 „ |

als größte Entfernung der festen Achsen nicht zu überschreiten.

§ 90. Für Locomotiven mit festem Radstande ist das Schmieren der Spurkränze während der Fahrt zu empfehlen.

## 20. Bewegliche Radgestelle.

§ 91. Für drei- und mehrachsige Locomotiven, deren Radstand die in § 89 angegebenen Grenzen erheblich übersteigt, sind drehbare Radgestelle oder verstellbare Achsen zu empfehlen.

In den Fig. 554 und 555 sind zwei Locomotiven mit beweglichen Radgestellen gezeichnet, Fig. 554 stellt eine zweifach gekuppelte Personenzugmaschine und Fig. 555 eine fünffach gekuppelte Güterzugmaschine dar.

In Fig. 554 bilden die beiden Vorderachsen mit dem Rahmstück einen besonderen Wagen mit zwei seitlich liegenden Balancierfedern; die beiden Längsträger sind durch einen kräftigen Querträger verbunden, auf welchen sich in der Mitte der Vordertheil der Locomotive durch einen kräftigen Zapfen stützt. Die Locomotive mit den gekuppelten Hinterachsen weicht im Uebrigen nicht von den bereits beschriebenen Formen ab.

Da der vordere Wagen sich um den oben genannten Zapfen drehen kann, so werden die Achsen in einer Krümmung sich in der Richtung des Halbmessers derselben stellen, was das Durchfahren derselben sehr erleichtert.

Würde man, wie solches bei Wagen mit vier Achsen gebräuchlich ist, die hinteren zwei Achsen der Maschine in ein ähnliches Radgestell legen wie die Vorderachsen, und den Kessel auf diesem auch durch einen Zapfen stützen, so könnte jeder Wagen unabhängig von

dem anderen durch Krümmungen fahren, es käme dann nur der Radstand jedes einzelnen der beiden Wagen in Frage.

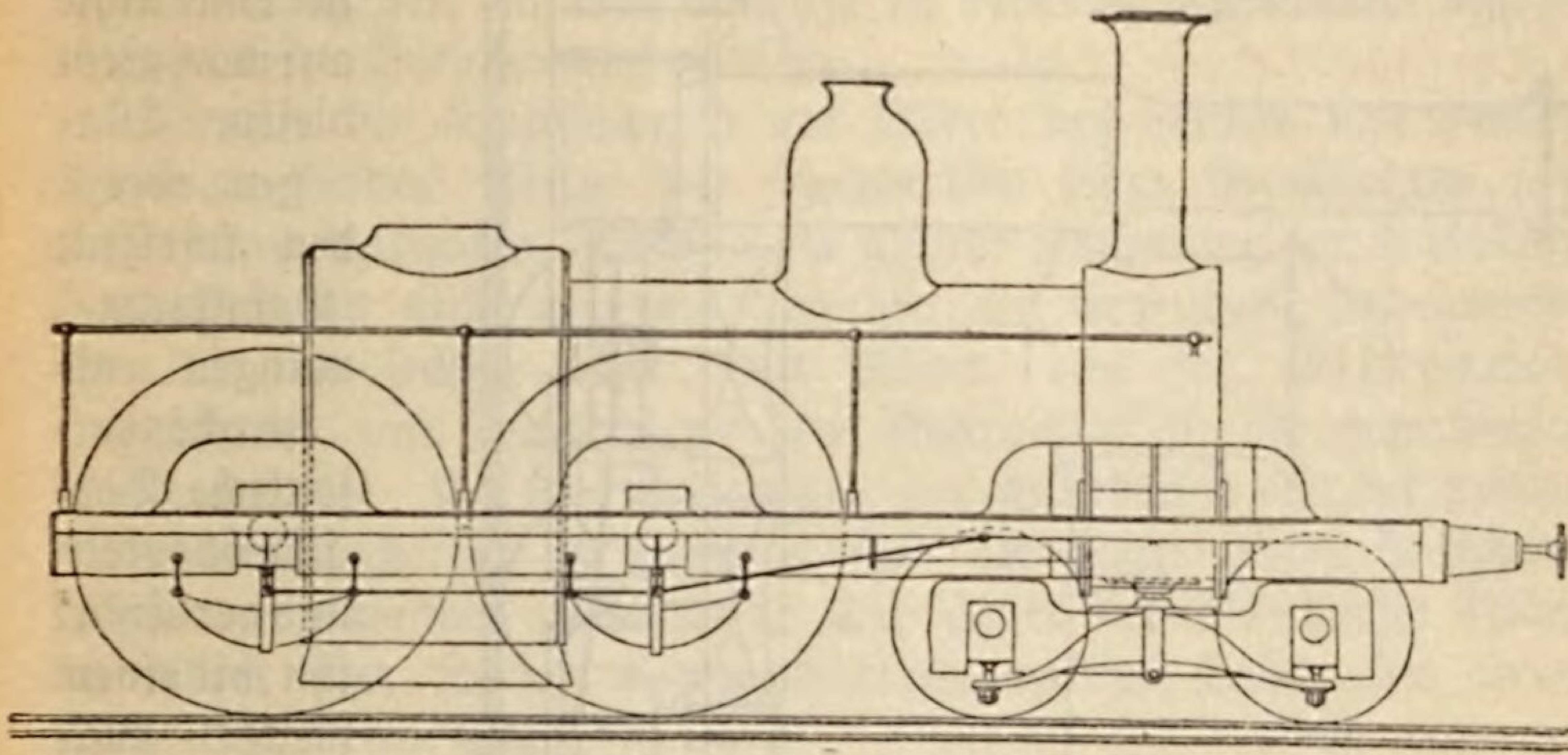


Fig. 554.

Bei der gezeichneten Locomotive liegt der vordere Drehzapfen in der Richtung der Mittellinie der beiden Hinterachsen und zugleich über der Bahnachse*), wodurch das Durchfahren von Krümmungen viel ungünstiger wird. Um diesem Uebelstande zu begegnen, hat man die Unterstützung der Maschine vorn auch wohl so eingerichtet, daß sie sich um ein Geringes zur Seite verschieben kann, und zugleich die Einrichtung getroffen, daß der Kessel sich bei dieser seitlichen Verschiebung etwas hebt, daß er also stets den vorderen Wagen wieder in seine Mittelstellung zu schieben sucht.

Auch bei der Locomotive in Fig. 554 thut man gut, der Schrägstellung des vorderen Wagens in Krümmungen einigen Widerstand zu leisten, etwa durch Federn, die sich anspannen, oder auf andere Weise, und die Schrägstellung auch zu begrenzen, weil bei Entgleisungen der Wagen sich sonst leicht quer vor die Maschine stellt und großes Unglück veranlaßt.

Die einfachste Art, dem Wagen das Bestreben zu geben, sich immer in die Achsenrichtung der Maschine einzustellen, beruht darauf, daß man den Drehzapfen nicht mitten zwischen die vier Räder, sondern etwas mehr nach vorn verlegt.

Statt vorn zwei Achsen zu einem Wagen zu verbinden, wendet

*) Bahnachse nennt man die Mittellinie zwischen den beiden Schienen.

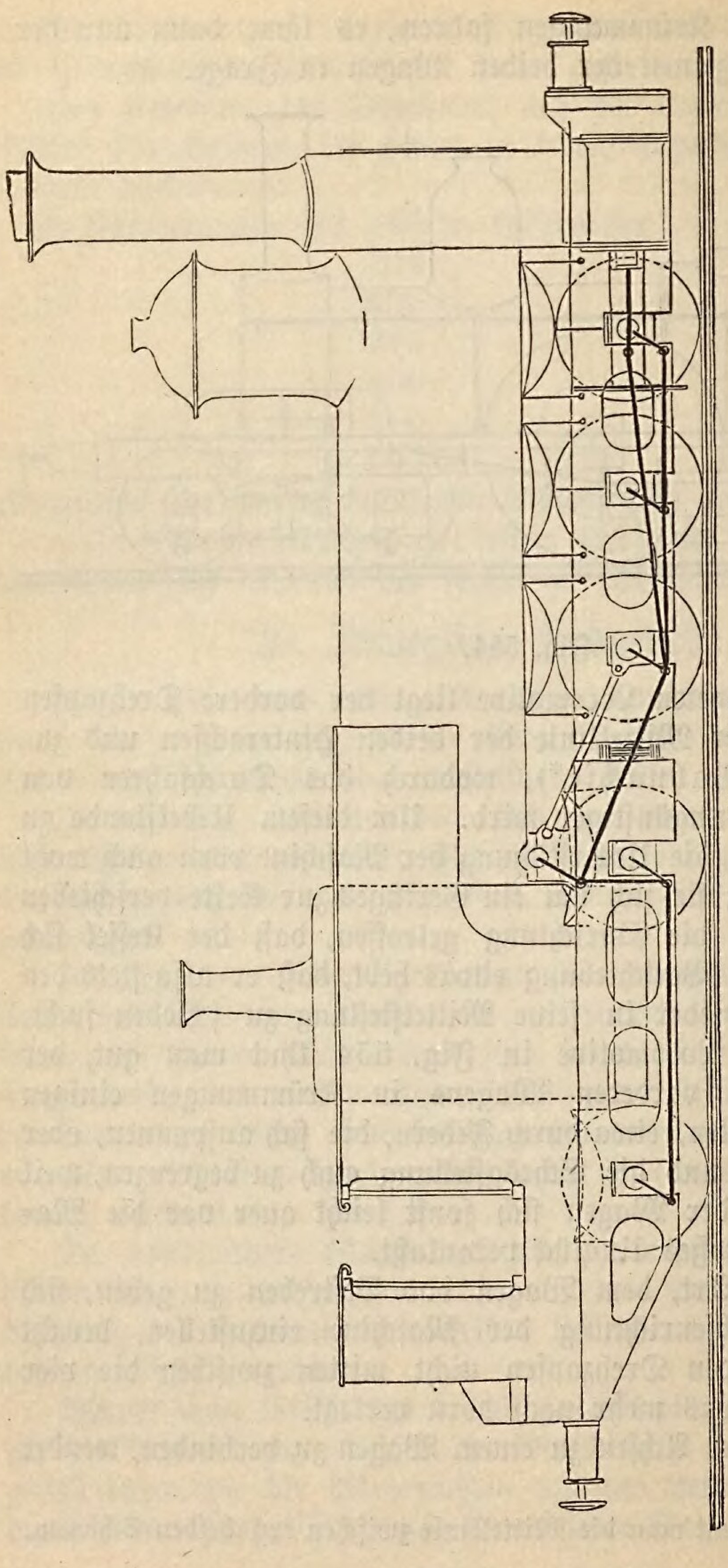


Fig. 555. (1 : 60)

man diesen auch wohl nur für eine Achse an; man giebt diesem Wagen eine den stärksten Bahnkrümmungen entsprechende seitliche Verschiebbarkeit und verbindet ihn mit einem weiter rückwärts unter dem Kessel liegenden Zapfen, um den er sich bei dieser seitlichen Verschiebung dreht.

Fig. 555 zeigt eine Tendergüterzugmaschine mit fünf gekuppelten Achsen; das Untergestell ist auch hier zweitheilig, und zwar sind die vorderen drei und die hinteren beiden Achsen zu

je einem besonderen Wagen vereinigt, die wieder unter dem Kessel durch einen Zapfen verbunden sind. Die Unterstützung der Locomotive durch den hinteren Wagen ist derartig angeordnet, daß sie eine seitliche Verschiebung zuläßt.

Da sich die Entfernungen der Räder der dritten und vierten Achse an beiden Seiten der Locomotive beim Durchfahren von Krümmungen ändern, so kann die übliche Kuppelung durch einfache Kuppelstangen nicht angewandt werden; zur Erreichung des Zweckes ist noch eine sechste Achse ohne Räder, eine sog. Blindachse, eingeschaltet und durch diese die Kuppelung in der gezeichneten Weise bewirkt. Um die Entfernung der Blindachse von der dritten Achse unveränderlich zu erhalten, sind die Lager beider in sicherer Weise mit einander verbunden. Die Lager der Blindachse bilden die Köpfe von starken Stangen, deren andere Enden die vierte Achse lagerartig umfassen.

Die beschriebene Locomotive ist für einen ganz bestimmten Zweck, zum Betriebe einer kurzen Kohlenbahn mit starken Steigungen und sehr starken Krümmungen, gebaut.

Wie man gekuppelte Achsen radial zu den Bahnkrümmungen einstellbar machen kann, ist in den Fig. 556 und 557 im Aufriß und im Grundriß dargestellt. Die betreffende, für die württembergischen Staatsbahnen zur Beförderung schwerer Güterzüge bestimmte Locomotive bekommt drei Dampfcylinder mit gleichem Durchmesser und Hub, von denen die äußeren beiden nach Belieben als Verbundcylinder oder, gleich dem mittleren Cylinder, mit Frischdampf arbeiten.

Die drei mittleren Achsen erhalten eine unverschiebbare Lage zu der Locomotive, während die radiale Einstellung der beiden Endachsen A und A′ durch die Schrägstellung des Tenders zur Locomotive in Krümmungen bewirkt wird.

Die Bewegung erfolgt (vergl. Fig. 556 und 557) durch den Hebel a b mit festem Drehpunkt o, welcher, bei a, in senkrechter Richtung verschiebbar, mit dem Tender verbunden ist und durch den Kreuzhebel b c e e′ mit festem Drehpunkt c die seitliche Verschiebung des Tenders gegen die Maschine bei a auf die beiden Stangen e f f′ überträgt. Letztere sind bei f und f′ (Fig. 556) mit den Hebeln f m n und f′ n′ m′ mit den festen Drehpunkten m und m′ verbunden und bewirken durch die Armlager n A und n′ A′ die radiale Einstellung der Achsen A und A′.

Da sich mit der Verschiebung der Achsen A und A' auch die Entfernungen der betreffenden Kuppelzapfen von den Nachbarachsen ändern, so bedarf es einer Vorrichtung, durch welche die Länge, beziehungsweise die Lage der zugehörigen Kuppelstange berichtigt wird. Zu diesem Zwecke ist an der Kuppelstange p h ein um h

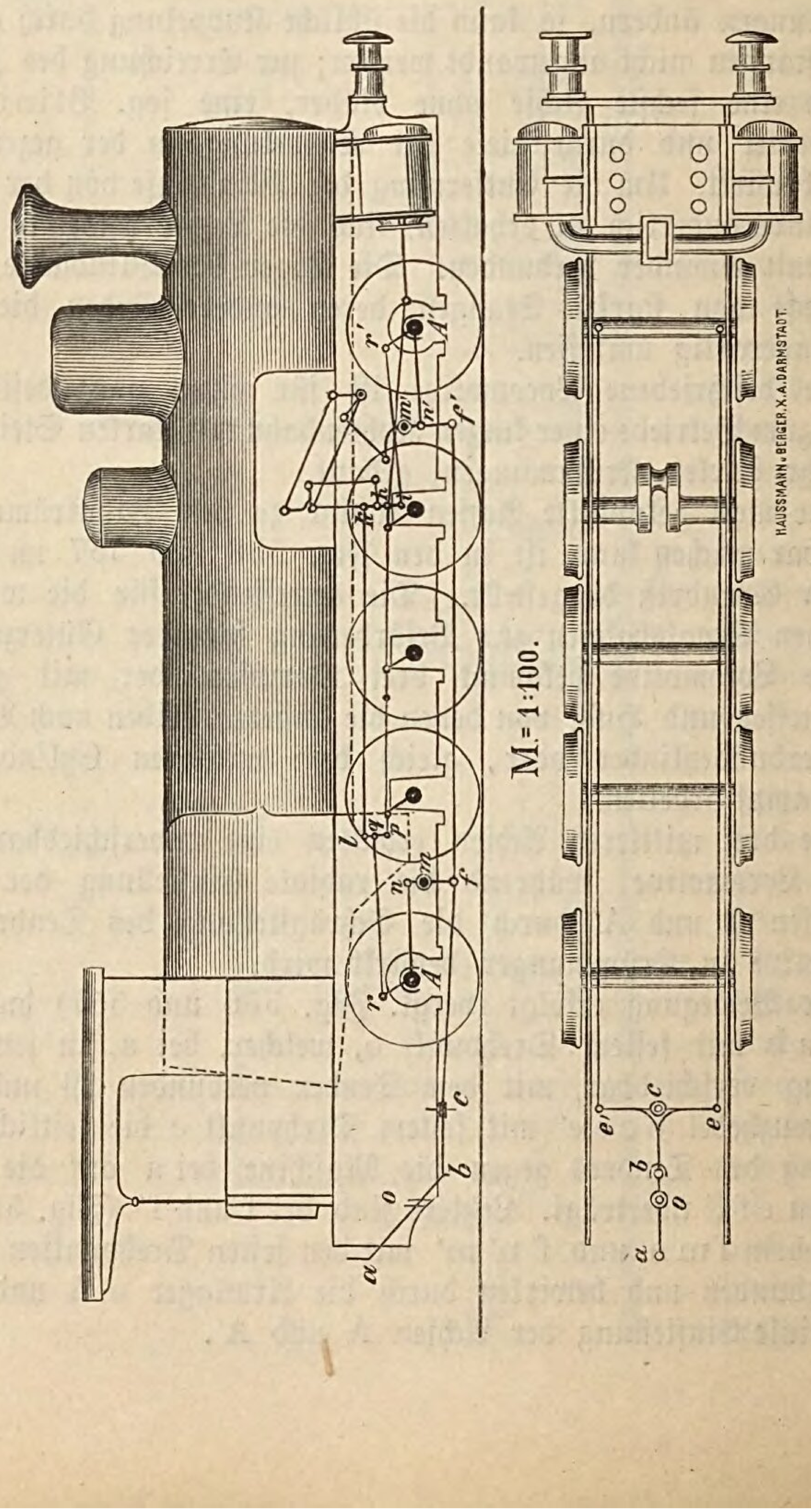



Fig. 556 u. 557.

drehbarer doppelarmiger Hebel i k angeordnet, welcher bei i den Stützpunkt für die Kurbelstange i r′ und der bei k den Stützpunkt für die Stange k l bildet. Letztere dreht bei ihrer Verschiebung den Hebel b q p um den festen, in der Verlängerung der die drei mittleren Achsen verbindenden Kuppelstange liegenden Drehpunkt p und verschiebt den Angriff q der Kuppelstange q r für die Hinterachse in entgegengesetzter Richtung, wie das mit i für die Vorderachse der Fall ist. Bei Längen von k h = 2 h i und von l q = q p fallen die Verschiebungen der Punkte i und q bei der Verdrehung des Hebels k i um seinen Drehpunkt h gleich groß aus und befindet sich das System daher solange im Gleichgewichte, als nicht durch irgend welchen Umstand eine der beiden Achsen A und A′ zu schleudern beginnt. Um letzteres zu verhindern oder damit wenigstens ein eventuelles Schleudern gleichmäßig bei allen fünf Achsen der Maschine eintritt, ist der Hebel k i durch ein besonderes Hebelsystem so mit dem Drehpunkte m′ des Hebels m′ f′ in Verbindung gebracht, daß das Maß seiner Schrägstellung von dem Maße der Radialeinstellung der Achse A′ abhängig wird.

Ein näheres Eingehen auf diese von dem Oberbaurath Klose construirte interessante Locomotive verbietet sich leider durch den knapp bemessenen Umfang dieses Werkes.

## 21. Verschiebbare Achsen.

Der Nutzen, den die seitliche Verschiebbarkeit einzelner Achsen für das leichtere Durchfahren von Krümmungen hat, ist einleuchtend; solche Achsen schmiegen sich den Krümmungen besser an, so daß das Klemmen der Spurkränze zwischen den Schienen vermieden wird. Es ist nicht gleichgültig, welche Achsen man verschiebbar macht.

Das Schlingern der Locomotive äußerte sich, wie wir lernten, dadurch, daß die Vorderachsräder abwechselnd gegen beide Schienen laufen; hat die Vorderachse noch seitliches Spiel, so wird das Schlingern dadurch verstärkt.

Den Seitenschwankungen der Maschine vorn müssen, da der Kessel steif ist, entgegengesetzte Schwankungen am hinteren Ende entsprechen, die ebenfalls durch Verschiebbarkeit der Hinterachse vergrößert werden würden. Es bleibt nur übrig, die Mittelachse verschiebbar zu machen. Ist dieselbe Laufachse, so kann man die

Verschiebbarkeit derselben ohne Weiteres anordnen; sie wird dadurch erreicht, daß man die Achsschenkel länger macht als die Lager, oder den Lagerkasten Luft in den Achsbacken giebt. Die mögliche Verschiebung macht man nicht gern größer als 10—13 mm nach jeder Seite von der Mitte aus, also als 20—26 mm im Ganzen.

Die Treibachse macht man ungern verschiebbar, weil die Anbringung der Kurbelstangen und der Steuerungstheile dann unbequem ist. Bei Kuppelachsen wird die Verschiebbarkeit in derselben Weise wie bei Laufachsen erreicht, unter gleichzeitiger Anwendung von Kugelzapfen für die Kuppelstangen.

Verschiebbare Vorder- und Hinterachsen sind so einzurichten, daß die Achse das Bestreben bekommt, sich stets wieder in die ursprüngliche Lage einzustellen.

## 22. Verschiedene Locomotiv-Arten.

Bei der Besprechung der Gegengewichte zur Ausgleichung der hin- und hergehenden Massen führten wir an, daß auch die Entfernung der Cylinder von einander auf die Größe derselben von Einfluß sei; der Druck der Kreuzköpfe gegen die Gleitbahnen ändert, wie wir lernten, die Belastungen der Federn; die Stöße der Schienen gegen die Räder wurden durch die Achslager auf die

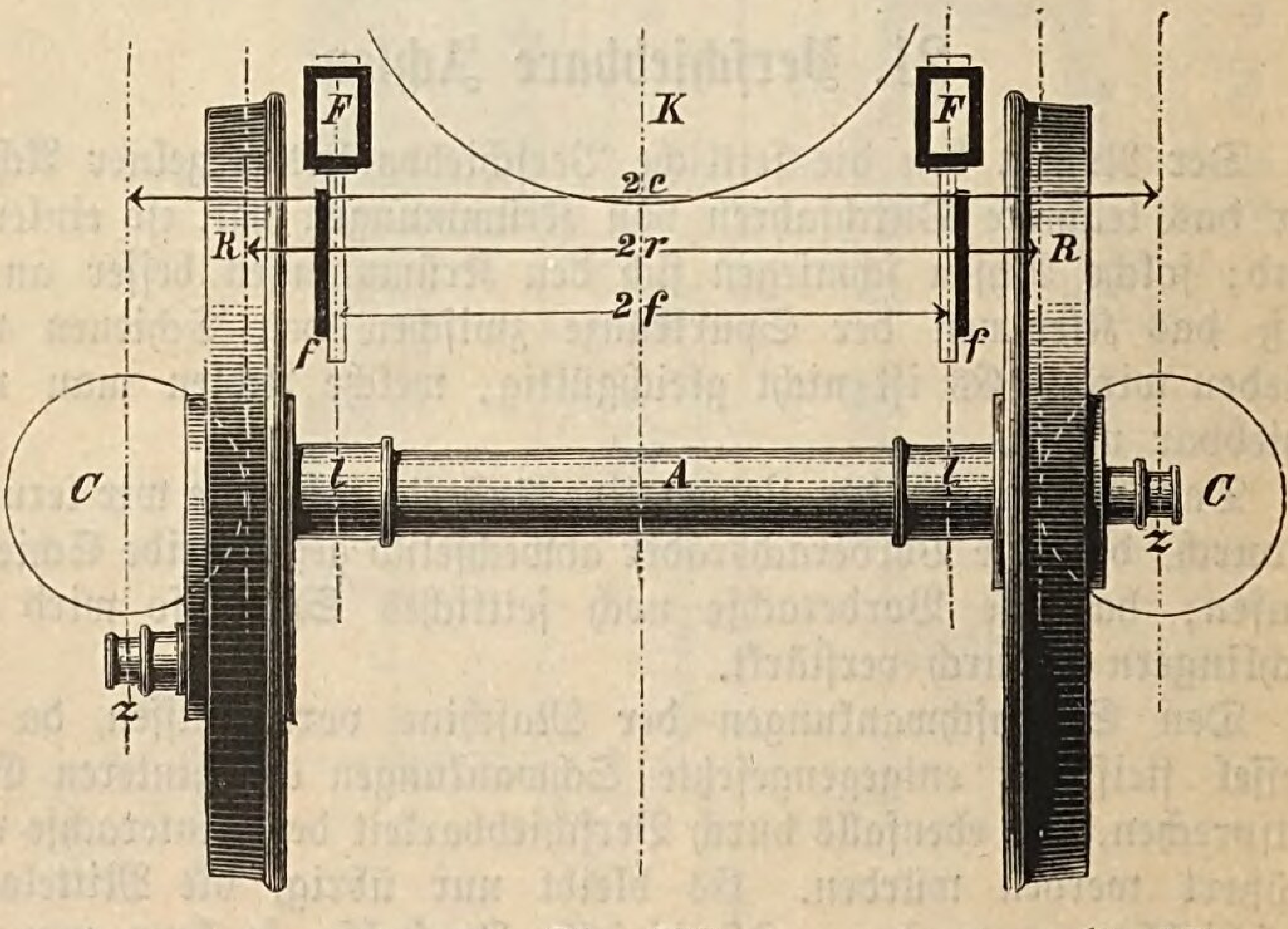
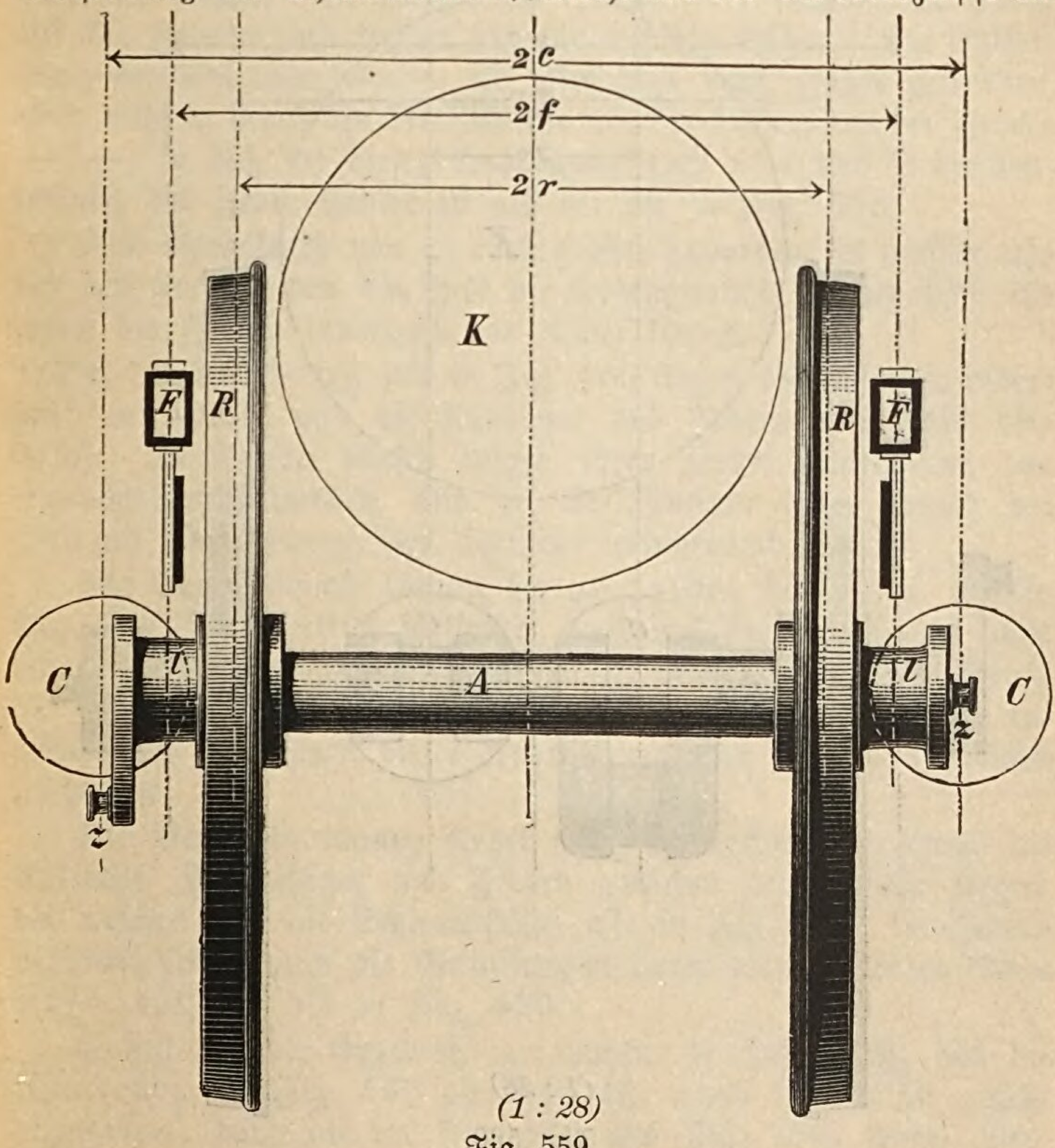



Fig. 558. (1 : 28)

Federn und von diesen auf den Längsträger übertragen; es ist klar, daß die Entfernungen dieser Theile zu einander auf die Wirkung obiger Drücke und Stöße von großem Einflusse sind.

Von den in Frage kommenden Theilen steht nur die Entfernung der Räder derselben Achse von einander fest, die übrigen Maße hat man in der Hand, so lange nicht die größte zulässige Breite der Locomotive überschritten wird.

Die Fig. 558, 559 und 560 zeigen die Achsen A, den Kessel K, die Cylinder C C, Lager l l, Längsträger f f und Räder R R in den möglichen Lagen zu einander. In allen Figuren ist die Entfernung der Cylindermitten, welche mit der der Kreuzköpfe und

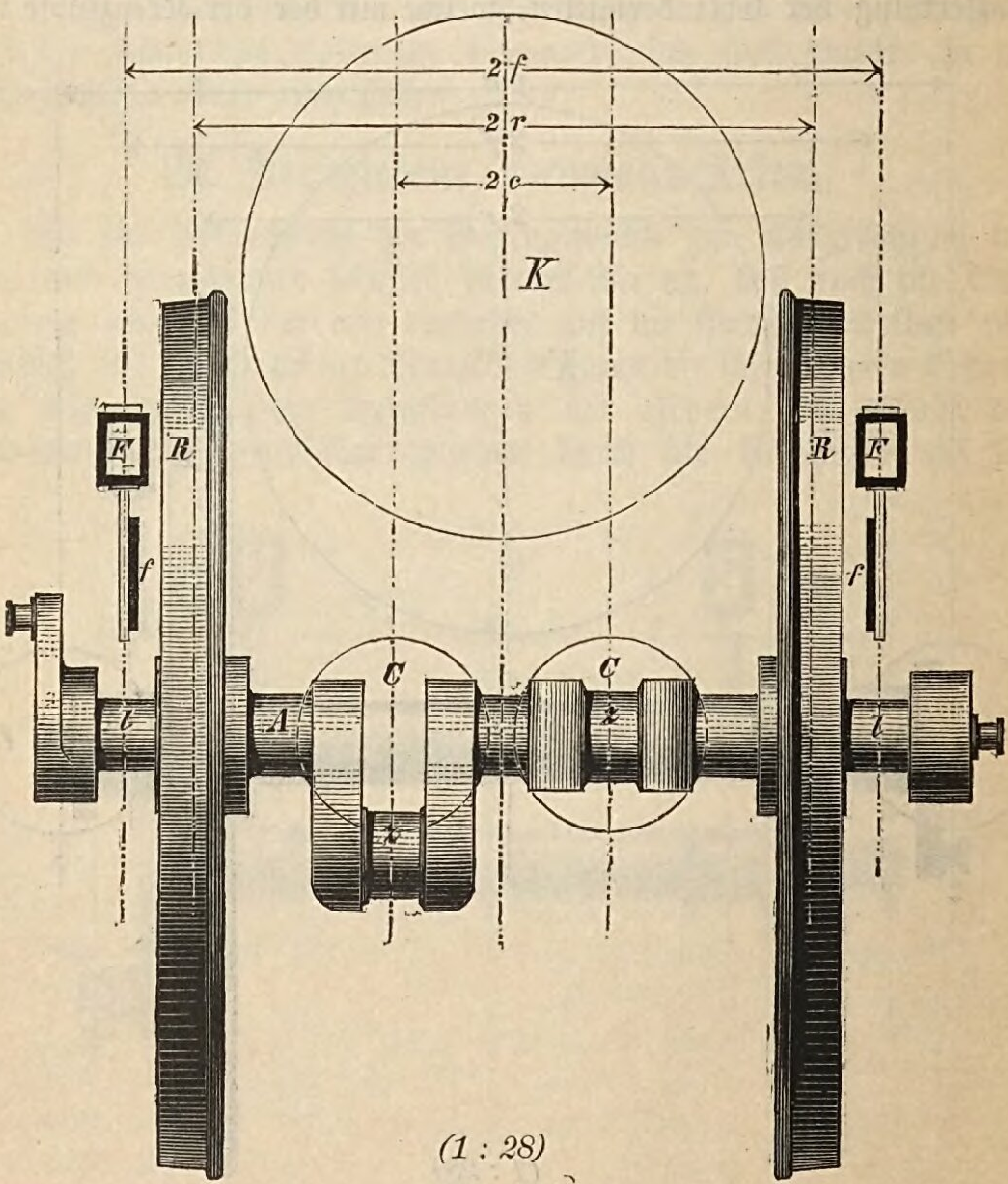



(1 : 28)

Fig. 559.

Kurbelzapfen z z zusammenfällt, mit 2 c, die der Mitten der beiden Räder mit 2 r, und die der Federn F F, welche wieder mit der Entfernung der Lagermitten l l zusammenfällt, mit 2 f bezeichnet.

In Fig. 558 liegen die Federn zwischen den Rädern und die Cylinder außerhalb derselben; die Wirkungen der Schienenstöße, welche von den Rädern auf die Federn übertragen werden, verstärken sich im Verhältniß von r : f und die Entlastungen der Federn durch den Druck der Kreuzköpfe gegen die Gleitbahnen im Verhältniß von c : f; die Größe der Gegengewichte muß im Verhältniß von c : r wachsen.




(1 : 28)

Fig. 560.

Die Entfernung r steht fest, man muß also, um die Schienenstöße zu mildern, das Verhältniß r : f klein, also f möglichst groß machen, d. h. die Federn weit von einander legen.

Um die Entlastungen kleiner zu machen, muß das Verhältniß c : f klein gemacht werden, also c klein und f groß sein, d. h. die Cylinder müssen möglichst nahe bei einander und die Federn weit von einander liegen.

Um kleine Gegengewichte zu bekommen, muß c : r klein, also die Entfernung der Cylinder klein sein.

In Fig. 559 (Locomotive von Hall) liegen die Federn außerhalb der Räder, f ist größer als r, also r : f kleiner, die Stöße auf die Federn sind kleiner als die auf die Räder. Die Entfernung der Cylinder — c — ist allerdings auch größer geworden, aber nicht in demselben Verhältnisse wie die Entfernung der Federn — f —, so daß bei dieser Anordnung auch c : f und so die Entlastung der Feder kleiner ist als bei der in Fig. 558.

Das Verhältniß von c : r ist größer geworden, es müssen also bei den Locomotiven von Hall die Gegengewichte größer sein, als wenn die Federn innerhalb der Räder liegen.

Bei der Anordnung wie in Fig. 560 liegen die Cylinder innerhalb der Räder und die Achslager und Federn außerhalb derselben; die Federn dürfen wegen ihrer großen Entfernung von einander leicht werden, und die Entlastungen fallen wegen der geringen Entfernungen der Cylinder unbedeutend aus.

Die Gegengewichte können bei gekuppelten Maschinen, wie in Fig. 560, fast gänzlich fortfallen, weil das Verhältniß c : r schon sehr klein ist, wenn man, wie hier geschehen, die Kuppelstangen der Kröpfung der Treibachse gegenüber anbringt. Auch bei ungekuppelten Maschinen dieser Anordnung fallen die Gegengewichte leicht aus.

Als vierte Anordnung findet man Locomotiven, bei denen die Cylinder, Längsträger und Federn zwischen den Rädern liegen, bei welchen also die Schienenstöße, wie in Fig. 558, die Federn verstärkt treffen und die Entlastungen durch die Kreuzköpfe etwas größer ausfallen als in Fig. 560.

Fassen wir die Ergebnisse zusammen, so findet sich, daß die Anordnung der Fig. 560 die beste ist, dann kommt die zuletzt angegebene, dann die der Fig. 559 und Fig. 558, wobei aller-

dings in Fig. 559 die schweren Gegengewichte in Kauf zu nehmen sind.

In Deutschland sind Locomotiven mit innenliegenden Cylindern verhältnißmäßig selten, man fürchtet besonders die schwierige und daher leicht zu Fehlern Anlaß gebende Herstellung der gekröpften Treibachse, ferner deren großes Gewicht, die hohe Lage des Kessels und endlich den Uebelstand, daß Kurbelstangen, Kreuzköpfe u. s. w. unter der Maschine liegen und deshalb nicht leicht zu revidiren sind.

Die Locomotive von Hall, außerhalb der Räder liegende Längsträger und Federn, hat manche Vortheile. Abgesehen davon, daß man leichtere und oberhalb der Lager liegende Federn anwenden kann, läßt die Locomotive von Hall gegen andere eine Erbreiterung der Feuerkiste um 50 mm bis 80 mm zu, außerdem eine sehr erhebliche Vergrößerung des Durchmessers des Kessels bei ziemlich tiefer Lage desselben.

Dem weiteren Vortheile, daß die Buffermitten ziemlich mit den Rahmenmitten zusammenfallen, die Bufferbohle durch einen Stoß also nicht so leicht zerbrochen wird, steht entgegen, daß eben wegen dieser größeren Rahmenweite die Bufferbohle beim Anziehen eines vorn an die Maschine gekuppelten Zuges eine stärkere Inanspruchnahme erfährt.

Als Nachtheile der Locomotive von Hall sind die ziemlich theuren Kurbeln anzuführen, deren Befestigung auf der Achse immer einen etwas unsicheren Eindruck macht, und die bei jedem Zapfenbruche zu erneuern sind; ferner die große Cylinderentfernung, welche große Gegengewichte bedingt, die großen Durchmesser der Achsschenkel und deren schwere Achslagerkasten, auch endlich die längeren und deshalb schwereren Achsen mit der dadurch bedingten rascheren Abnutzung der Schienen und Radreifen.

## 23. Tenderlocomotiven.

Bei einer längeren Fahrt verbraucht die Locomotive eine Menge Kohlen und Wasser, beide Theile werden meist auf einem besonderen, immer mit der Locomotive verbundenen Wagen, dem sog. Tender, mitgeführt, welcher die durch die Locomotive zu ziehende Last vergrößert. Auf waagerechten oder mäßig steigenden Strecken, wo die Maschine eine erhebliche Anzahl von Wagen fortbewegen kann, macht die Vergrößerung der Last durch den Tender wenig aus; sind jedoch starke Steigungen zu überwinden, so wird das

Gewicht des Tenders schon unbequem; man wendet dort oft Locomotiven an, welche ihren Wasser- und Kohlenvorrath selbst mitführen und Tenderlocomotiven heißen.

Man führt wohl als besonderen Vortheil derselben noch den an, daß die mitgeführte Menge an Wasser und Kohlen die Belastung der Achsen, also die Reibung der Räder auf den Schienen vergrößert; dieses ist jedoch nicht so hoch anzuschlagen, weil Wasser und Kohlen auf der Fahrt verbraucht werden, also das Gewicht gegen Ende der Fahrt kleiner wird, ohne daß man in der Lage ist, auch das Gewicht des fortzubewegenden Zuges kleiner werden zu lassen.

In Fig. 551 wurde die Zeichnung einer Tenderlocomotive gegeben, aus welcher deren Anordnung im Allgemeinen ersichtlich ist; der Führerstand ist nach hinten zu verlängert, um Raum für die Kohlen zu schaffen, desgleichen ist der Platz zu beiden Seiten des Hinterkessels zur Aufnahme von Kohlen bestimmt. Die Locomotive ist sowohl vorn wie hinten mit Buffern versehen, weil sie vorwärts wie rückwärts fahrplanmäßige Züge befördern soll; sie fährt sogar wegen der Lage der Dampfcylinder rückwärts sicherer als vorwärts.

Die Wasserbehälter sind in der ganzen Länge des Kessels und der Rauchkammer auf das Trittbrett gestellt, wodurch eine fast gleichmäßige Entlastung aller Achsen bei der Entleerung derselben erreicht wird. Die Wasserbehälter werden oft unter den Langkessel zwischen die Achsen gelegt, bei welcher Anordnung die Steuerungstheile außerhalb der Räder liegen müssen und die Wasserbehälter selbst gleich als Längsträger benutzt werden können. Einzeln findet man auch Kessel, auf welche der Wasserbehälter wie ein Sattel gelegt ist.

Für den ruhigen Gang der Locomotive ist die tiefste Lage des Wasserbehälters, also die zwischen den Rahmen unter dem Kessel, am vortheilhaftesten; leider fällt er dort oft nur klein aus und wird wegen der Achsen, welche im Wege liegen, unförmlich, auch ist die tiefe Lage dem Gebrauche der Dampfstrahlpumpen nicht günstig.

Besondere Schwierigkeiten macht noch die Anbringung der Bremse, die bei gewöhnlichen Locomotiven auf die Tenderräder wirkt. Der ohnehin schon verwickelte Bau der Locomotive und der durch den Kohlenbehälter beschränkte Raum des Führerstandes wird durch die Bremse noch enger und bedrängter.

§ 107. Jede Tenderlocomotive muß ohne Rücksicht auf etwa vorhandene anderweitige Bremsvorrichtungen mit einer Handbremse versehen sein, die jederzeit leicht und schnell angezogen werden kann.

Die Fig. 561 zeigt die Gliederung der Bremse einer gekuppelten Personenzugmaschine, deren Kuppelachse unter der Feuerkiste unter dem Führerstande liegt, was übrigens bei Güterzugmaschinen auch häufig der Fall ist, weil die Hinterachse, des verlängerten Führerstandes und des Kohlenbehälters wegen, sonst leicht zu viel Last bekommt.

Bei dem Anziehen der Bremse, die wir bei der Beschreibung des Tenders noch näher kennen lernen werden, wird der an der Bremsspindel B ausgeübte Zug durch das Gestänge in den Richtungen, welche die eingezeichneten Pfeile angeben, auf die vier Bremsklötze K, $K^1$, $K^2$, $K^3$ in folgender Weise übertragen. Durch Drehen der Bremsspindel B wird der Hebel H, welcher auf die Welle W festgekeilt ist, bewegt: dieser Hebel ist zur Aufnahme der Spindel mit einer Mutter versehen, welche sich in demselben durch zwei angeschmiedete Zapfen drehen kann. Mit der Welle W dreht sich an jeder Seite der Maschine ein doppelarmiger Hebel h $h^1$, welcher einmal durch die Stange s den Druck auf den Bremsklotz K überträgt und durch die zweite Stange $s^1$ den Hebel $h^2$ und mit diesem die Welle $W^1$ dreht. Auf dieser Welle $W^1$ sitzen wieder an jeder Seite der Maschine zwei doppelarmige Hebel $h^3$ und $h^4$, welche die Bremsklötze $K^1$ und $K^2$ durch die Stangen $s^3$ und $s^4$ gegen die Räder pressen. Die Verlängerung $s^2$ der Stange $s^1$ dreht durch den Hebel $h^5$ die Welle $W^2$, und die auf dieser befestigten Hebel $h^6$ drücken wieder durch zwischenliegende Stangen die Bremsklötze $K^3$ gegen die Räder der Mittelachse.

Wie ersichtlich, sind die Bremsklötze K, $K^1$, $K^2$ und $K^3$ mit besonderen Gehängen in den Lagern l, $l^1$, $l^2$ und $l^3$ verbunden.

Die Lager für die drei Wellen sind in unserer Figur mit L, $L^1$ und $L^2$ bezeichnet.

Bis auf die Bremsspindel B, den Hebel H und die unter der Maschine liegenden Wellen W, $W^1$ und $W^2$ kommen alle gezeichneten Theile doppelt vor, da die ganze Vorrichtung sich an beiden Seiten der Maschine wiederholt.

Die Längen der einzelnen Hebel sind so bestimmt, daß alle Bremsklötze gleich stark gegen die Räder gepreßt werden.

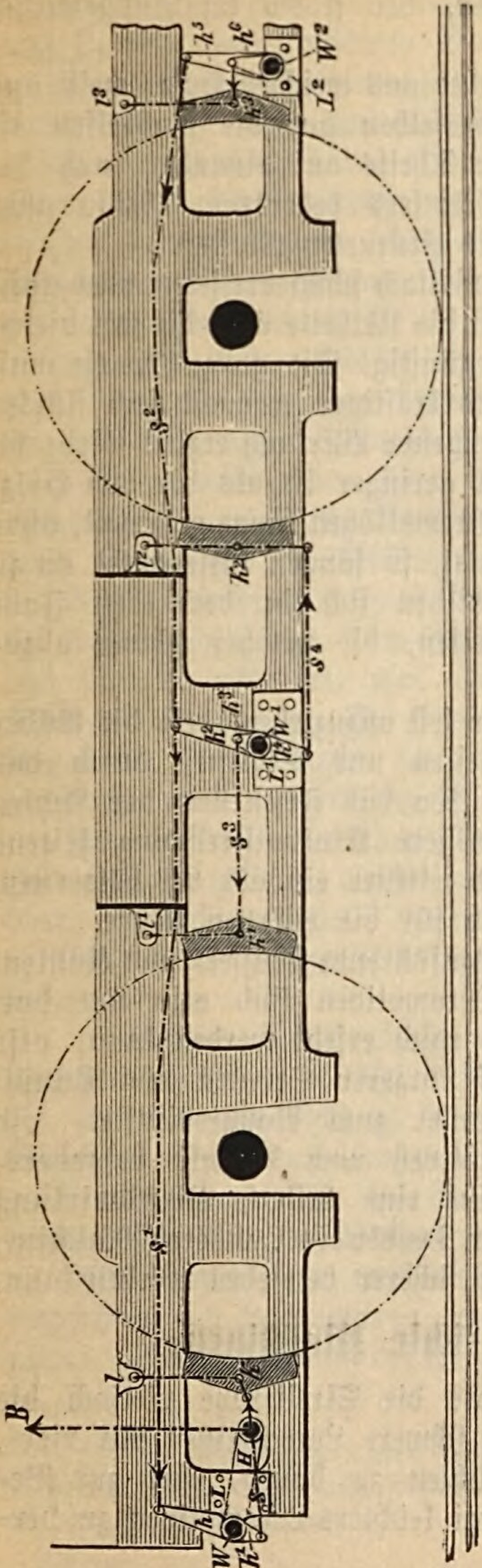


Fig. 561.

Die Kröpfung der Stangen $s^1$ und $s^2$ ist ein Uebelstand der gezeichneten Anordnung, weil die Stangen sich federn beim Anziehen der Bremse, und hat man ziemlich lange an der Bremsspindel zu drehen, ehe eine genügende Bremswirkung erreicht wird. Die Kröpfung kann durch eine andere Bestimmung der Hebellängen vermieden werden.

Man findet vielfach Bremsen, welche nur die Bremsung einer Achse bewirken, welches bei gekuppelten Rädern nicht zu empfehlen ist, weil die Wirkung durch die Kuppelstangen auf die Räder der anderen Achse übertragen werden muß, wodurch Anlaß zu Zapfenbrüchen entsteht.

Werden nur die Räder an der einen Seite der Maschine gebremst, so wird die Bremswirkung durch die Achsen auf die Räder der anderen Seite übertragen, und sind die Hebel, Stangen 2c. entsprechend zu verstärken.

Liegen die zu bremsenden Räder nahe bei einander, so müssen wegen Mangel an Platz die inneren Bremsklötze fortgelassen werden, es wird dann jedes Rad nur durch einen Bremsklotz gebremst, und entsteht ein seitlicher Schub der

Achsen gegen die Achslagerschalen, der jedoch erfahrungsmäßig unbedenklich ist.

Die Bremsklötze bestanden früher aus weichem Holz, meist aus Pappelholz; die Bremswirkung desselben auf die Radreifen ist wegen der großen Reibung beider Theile auf einander auch bei geringer Kraftanstrengung des Bremsers bedeutend, ebenso aber auch der Verschleiß und damit die Erneuerungskosten.

In neuerer Zeit wendet man vielfach schmiedeeiserne oder gußeiserne Bremsklötze an, und lauten die Urtheile über die mit diesen erzielten Erfolge im Allgemeinen günstig. Die ganze Bremse muß bei eisernen Bremsklötzen bedeutend kräftiger gemacht und stärker angezogen werden, damit eine genügende Wirkung erzielt wird, da die Reibung von Eisen auf Stahl geringer ist als die von Holz.

Wird ein Rad mit hölzernen Bremsklötzen lange gebremst, ohne daß das Rad zum Feststehen kommt, so fangen diese wohl an zu brennen, bei eisernen dagegen bilden sich in demselben Falle leicht harte Stellen in den Radreifen, die nachher schwer abzudrehen sind.

Es ist nicht gut, die Bremse so fest anzuziehen, daß die Räder zum Feststehen kommen, weil Reifen und Schienen durch das Schleifen der Räder sehr leiden. Da das Feststellen der Achsen bei eisernen Bremsklötzen eine größere Kraftanstrengung seitens des Bremsers erfordert, so tritt es seltener ein als bei hölzernen, und dieser Umstand spricht günstig für die eisernen Klötze.

Die auf Tenderlocomotiven mitzuführende Wasser- und Kohlenmenge ist nur beschränkt; diese Locomotiven sind also nur dort zu gebrauchen, wo beides oft und rasch ersetzt werden kann, also auf kurzen Zweigbahnen und auf kürzeren Strecken von Hauptbahnen mit starker Steigung, ferner zum Rangirdienste. Zu letzterem eignen sich Tenderlocomotiven noch deshalb besonders, weil durch die schwerere Maschine eine bessere Bremswirkung erreicht wird als durch den leichteren Tender einer anderen Maschine, das Rangirgeschäft also rascher und sicherer betrieben werden kann.

## 24. Schwere und leichte Maschinen.

Vor einigen Jahren beschäftigte die Streitfrage vielfach die Techniker, ob es besser sei, große schwere Locomotiven mit vier-, fünf- und sechsfach gekuppelten Achsen zu bauen, oder zur Beförderung von schweren Zügen zwei leichtere Locomotiven zu ver-

wenden, oder endlich die Züge immer nur so stark zu machen, daß sie mit einer leichteren Maschine befördert werden können.

Für schwere Maschinen läßt sich anführen, daß die Reibungswiderstände geringer sind als bei zwei leichteren Maschinen, die zusammen die Stärke der einen schweren haben; auch wird das Brennmaterial besser ausgenutzt, es wird an Material und Arbeitskräften beim Reinigen, Anheizen, Drehen und im Betriebe ein Maschinenpersonal gespart; außerdem sind weniger Räume für die geringere Anzahl der in kalter Reserve stehenden schweren Maschinen nöthig, und kostet endlich eine schwere Locomotive weniger als zwei leichtere. Dagegen kommt bei Ausbesserungen die doppelte Betriebskraft außer Thätigkeit.

Für Trennung der Züge spricht der Umstand, daß die Zugvorrichtung weniger in Anspruch genommen wird, also nicht so leicht bricht und zu Unfällen Veranlassung giebt.

Abgesehen hiervon wird ein Zug, insbesondere beim Anziehen, bei Gefällwechsel und beim Halten, überhaupt mit einer Maschine viel sicherer befördert, weil die Führung in einer Hand liegt. Tritt ein Unfall, z. B. eine Entgleisung, ein, so sind in der Regel die Zerstörungen an Fahrzeugen und Bahnkörper um so ärger, je schwerer der Zug ist.

In neuester Zeit werden für Güterzüge meist dreifach gekuppelte Locomotiven gebaut, welche auf Bahnen mit starken Steigungen durch vierfach gekuppelte verdrängt werden.

Für Personenzüge sind meist einmal gekuppelte Maschinen gebräuchlich.

Wenngleich die Zugkraft von Locomotiven mit nur einem Treibrade häufig ausreicht, insbesondere auf dem Flachlande, wenn die Personenzüge nicht zu schwer sind, so haben die gekuppelten Maschinen doch den großen Vortheil, daß der Zug mit ihnen rascher in Gang und, bei Gefahr durch Anwendung von Gegendampf, schneller zum Stehen zu bringen ist.

Für leichte, sehr rasch fahrende und selten anhaltende Züge empfehlen sich Locomotiven nach dem System Crampton*). Bei diesen Maschinen kann der Kessel, selbst bei sehr großen Treib-

---

*) Die Zeichnung einer Crampton-Locomotive, sowie die einiger anderen, welche hier nicht besonders aufgeführt, siehe dritte Abtheilung unter „V. Geschichtliches".

rädern, niedrig liegen, da die Treibachse sich hinter dem Kessel unter dem Führerstande befindet und die beiden Laufachsen unter dem Langkessel liegen; die Kurbelstange ist gegen die Kurbel sehr lang, und die Cylinder liegen in günstiger Weise nicht vorn, sondern mehr in der Mitte des Kessels.

Der Uebelstand, nur langsam anfahren und bei Gefahr den Zug weniger schnell zum Stehen bringen zu können, muß bei diesen Maschinen in den Kauf genommen werden.

Man findet ferner Locomotiven, bei denen die beiden Treibachsen vorn liegen und die Laufachse hinter oder unter der Feuerkiste. Solche Locomotiven eignen sich besonders für kleinere Bahnen, wo sie gemischten Dienst versehen, also Personenzüge, leichte Güterzüge und gemischte Züge fahren müssen.

Diese Anordnung der Achsen hat den Vortheil, daß solche Locomotiven mit größerer Geschwindigkeit fahren dürfen, weil nicht alle Achsen vor der Feuerkiste liegen.

Gegen diese Locomotiven spricht der Umstand, daß die größeren Vorderräder stärkeren Flantschenstößen ausgesetzt sind, ferner, daß größere Vorderräder weniger Sicherheit gegen Entgleisung bieten, weil sie in Weichen ꝛc. eher aufsteigen können. Hierzu kommt, daß die gekuppelte Mittelachse, auch wenn die Radreifen noch nicht ausgelaufen sind, mit abgedreht werden muß, wenn sich die Vorderachse scharf gelaufen hat. Bei dieser tritt das Scharflaufen erfahrungsmäßig eher ein als bei der Mittelachse.

Um im Locomotivbetrieb Kohlen geringerer Güte benutzen zu können, bedarf es einer bedeutenden Vergrößerung des Rostes, die nur durch Verlängerung desselben erzielt werden kann.

Liegen bei solchen Locomotiven mit langem Roste und dadurch bedingtem langem und schwerem Hinterkessel alle Achsen vor der Feuerkiste, so wird die Belastung der Hinterachse häufig zu groß und hat man sich in solchen Fällen dadurch zu helfen gesucht, daß man den Hintertheil theilweise auf den Tender gestützt hat. Diese Unterstützung kann nicht ohne Weiteres vorgenommen werden, da sich beim Durchfahren von Krümmungen Maschine und Tender gegen einander verstellen; man kommt zu verwickelten und theuren Bauarten, welche auch die allgemeine Einführung dieser Locomotiven, welche wir nicht haben unerwähnt lassen wollen, verhindert haben. (Locomotive von Behne-Kool.)

# 25. Neuere Locomotiv-Arten.

## Dampfomnibus.

Wenn dem Bahnpolizeireglement nachgekommen wird: „In jedem zur Beförderung von Passagieren bestimmten Zuge muß mindestens ein Wagen*) ohne Passagiere zunächst auf den Tender folgen", so setzt sich der kleinste Personenzug zusammen:

| | Gewicht kg etwa: | Preis Mk. etwa: | Anzahl der Plätze. | Bemerkungen. |
|---|---|---|---|---|
| 1. Eine leichte Locomotive mit Tender | 45000 | 36000 | — | an Bedienung erforderlich: |
| 2. Vorläufer (Packwagen) . . . . . . | 5700 | 3500 | — | 2 Maschinisten, 1 Zugführer |
| 3. Ein Personenwagen II. u. III. Cl. | 10000 | 9000 | 47 | (1 Bremser). |
| Summa | 60700 | 48500 | 47 | mindestens 3 Mann. |

Es kommt hiernach auf jeden Passagiersitz eine todte Last von 60 700 : 47 = 1291 kg im Preise von 1031 Mark. Bei größeren Personenzügen wird das Verhältniß allerdings günstiger, indem das Gewicht von Locomotive und Vorläufer sich auf mehr Sitze vertheilt, andererseits haben dieselben aber mehr als zwei Classen, bis vier, demnach eine größere Anzahl Wagen, die dann außer dem Maschinenpersonale und dem Zugführer mindestens einen Schaffner und mehrere Bremser bedingen. Um die todte Last zu verringern und so eine Ersparniß an Anlagekapital, Unterhaltungs- und Ausbesserungskosten (auch des Oberbaues), an Bedienungsmannschaften, sowie weiter an Brenn-, Schmier- und anderen Materialien, an Speisewasser u. s. w. zu erzielen, sind in jüngster Zeit Eisenbahnfahrzeuge gebaut, bei welchen die Locomotive und ein Wagen ein Ganzes bilden. Man nennt ein solches Fahrzeug Dampfomnibus.

Die Erfindung ist wahrscheinlich amerikanischen Ursprungs, denn schon 1876 waren solche Fahrzeuge in Amerika nicht mehr neu. In Europa haben zuerst die belgischen Eisenbahnen Dampfomnibusse in den regelmäßigen Personenzugdienst eingestellt.

---

*) Man nennt denselben Vorläufer.

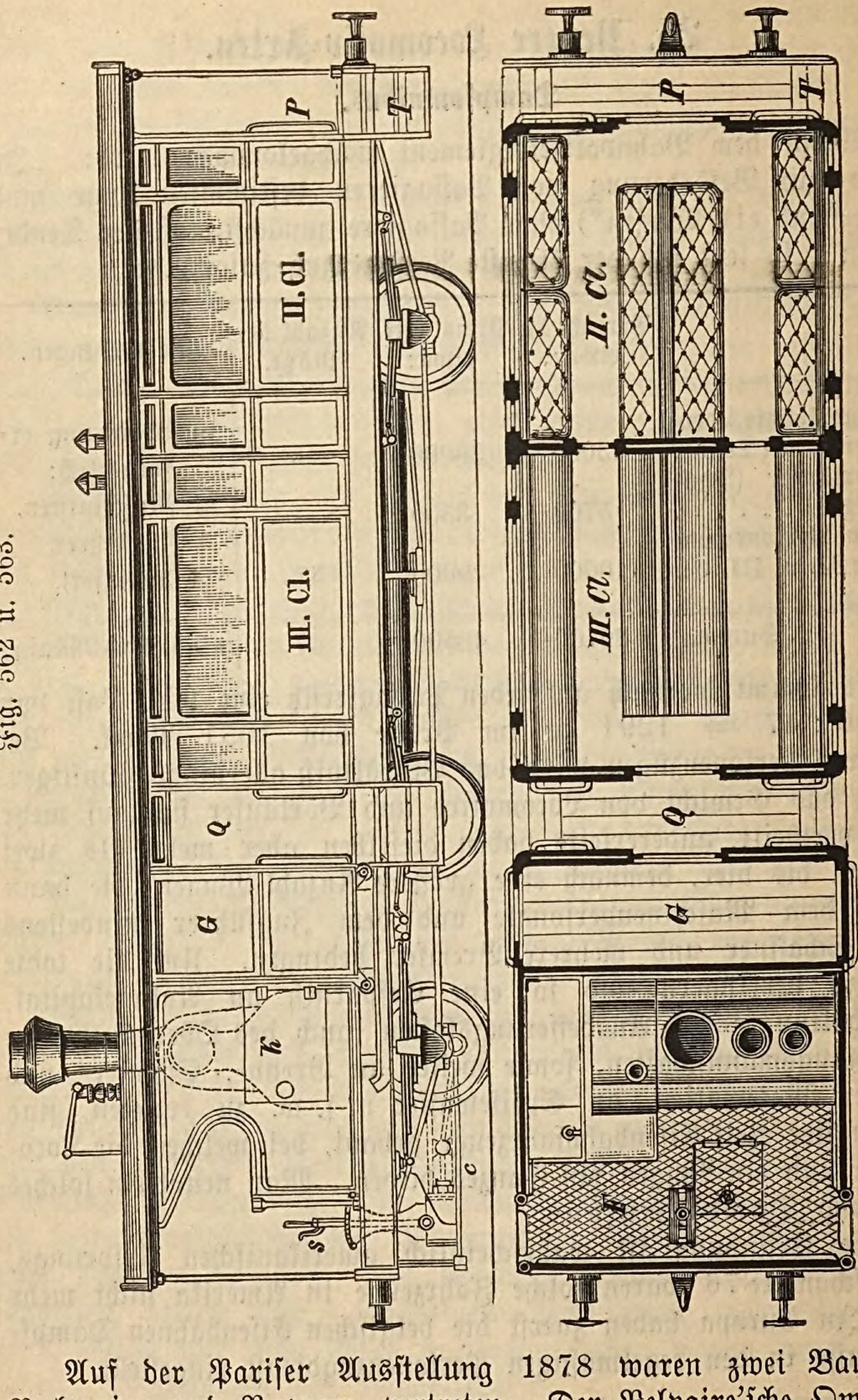



Fig. 562 u. 563.

Dampfomnibus von Belpaire.

Auf der Pariser Ausstellung 1878 waren zwei Bauarten, Belpaire und Rowan, vertreten. Der Belpaire'sche Omnibus, Fig. 562 Ansicht, Fig. 563 Grundriß, hat einen der Quere nach

liegenden Dampfkessel K, hinter diesem den Gepäckraum G, und je ein Coupé II. und III. Classe in guter Ausstattung. Es sind 44 Plätze vorhanden, die der II. Classe von der Stirnseite über den mit Tritten T versehenen Perron P, die der III. Classe von dem Quergange Q zugänglich. Der Führerstand F, der Dampfcylinder c, der Steurungshändel s sind in den Figuren angedeutet.

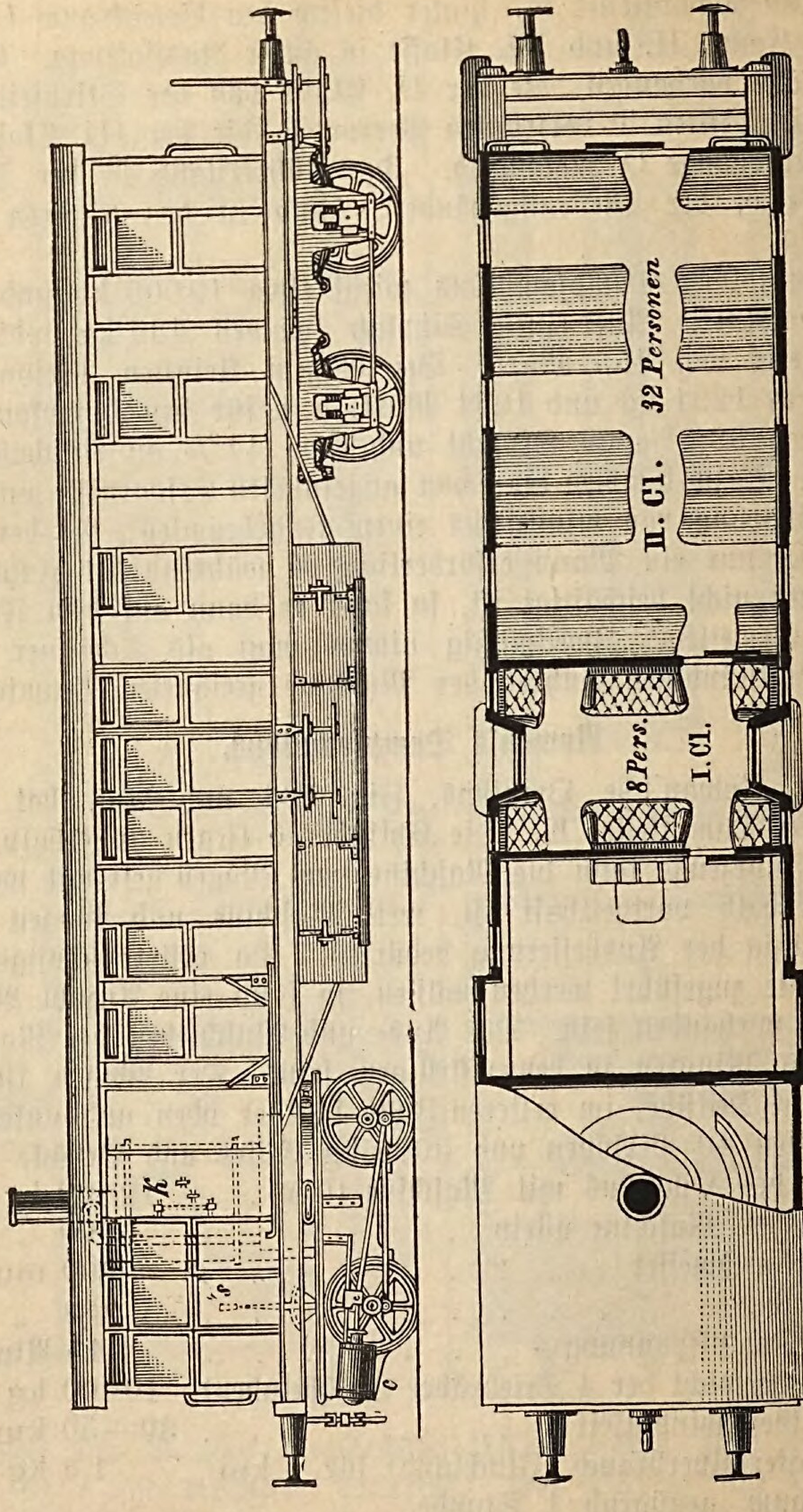
Ein solcher Dampfomnibus wiegt etwa 19000 kg und kostet 20000 Mark. Auf einen Sitzplatz kommen 432 kg todte Last im Preise von 455 Mark. Bei obigem kleinsten Personenzuge waren es 1291 kg und 1031 Mark, d. i. für den Dampfomnibus nur etwa 33,5% an Gewicht und etwa 44% an Anschaffungskapital. Dazu kommen die schon angeführten Ersparnisse und noch die Ersparung von mindestens einem Fahrbeamten; bei der Maschine ist nur ein Mann erforderlich; da während der Fahrt der Schaffner nicht beschäftigt ist, so kann er dann auf dem Führerstande verweilen. Zweckmäßig nimmt man als Schaffner einen zum selbstständigen Führen der Maschine geeigneten Beamten.

## Rowan's Dampfomnibus.

Der Rowan'sche Omnibus, Fig. 564 und 565, hat einen stehenden Dampfkessel K. Die Cylinder c liegen außerhalb. Bei diesem Fahrzeuge kann die Maschine vom Wagen getrennt werden, was deshalb vortheilhaft ist, weil Maschine und Wagen nicht gleichmäßig der Ausbesserung bedürfen. Da erstere häufiger der Werkstätte zugeführt werden müssen, so kann eine Anzahl Wagen weniger vorhanden sein. Das Aus- und Einschieben der Maschine soll in 5 Minuten zu bewerkstelligen sein. Der Wagen ist mit oder ohne Decksitze, im ersteren Falle faßt er oben und unten 90, im zweiten 40 Personen und 3000 kg Güter und Gepäck.

| | |
|---|---|
| Gewicht des Omnibus mit Maschine (leer) . . | 12000 kg |
| „ der Maschine allein . . . . . . | 6000 „ |
| Cylinderdurchmesser . . . . . . . . . . | 200 mm |
| Kolbenhub . . . . . . . . . . . . | 330 „ |
| Höchste Dampfspannung . . . . . . . . | 15 Atm. |
| Adhäsionsgewicht der 4 Triebräder (halbbeladen) | 10000 kg |
| Größte Geschwindigkeit . . . . . . . . | 30—50 km |
| Brennmaterialverbrauch (Flachland) für 1 km | 1,5 kg Coks |
| Wasserraum, genügend 1 Stunde. | |

Fig. 564 u. 565.




Dampfomnibus von Roman.

Ein solcher Rowan'scher Dampf-Wagen kann Steigungen von 1 : 20 und Krümmungen von 33 m Halbmesser befahren. Im Winter wird er mit Dampf von der Maschine geheizt. Auf der Flachlandstrecke können ein oder mehrere Wagen angehängt werden.

Bei einem für die Niederschl.-Märk. Bahn gebauten Wagen für 45 Personen war:

| | | |
|---|---|---|
| Gewicht incl. betriebsfähige Maschine, leer . . | 18750 | kg |
| „ „ „ „ besetzt . . | 23500 | „ |
| Durchmesser der Cylinder . . . . . . . . . | 160 | mm |
| Kolbenhub . . . . . . . . . . . . . . | 260 | „ |
| Triebraddurchmesser . . . . . . . . . . | 900 | „ |
| Dampfspannung . . . . . . . . . . . . | 12 | Atm. |
| Verbrauch an Coks für 1 km . . . . . . . | 1,6—1,8 | kg |
| „ „ Wasser pro 1 km . . . . . . | 11—15 | l |
| Durchschnittl. Geschwindigkeit auf 42 km f. 1 Stunde | 35 | km |
| „ „ mit angehängtem Salon-wagen (12500 kg) . . . . . . . . . | 30 | km. |

Ein Strecke von 20 km kann ohne Nachfeuern durchfahren werden, es genügt also auch hier ein Mann zur Bedienung der Maschine. Der Schaffner kann während der Fahrt im Gepäckraum seinen Stand einnehmen, von wo ein Zugang zum Maschinenraum herzustellen ist, er kann also nöthigenfalls den Führer unterstützen und für ihn eintreten.

Bei diesem Dampfomnibus kommt auf einen Passagiersitz eine todte Last von 416 kg, also noch etwas weniger als bei dem Belpaire'schen Wagen. Wenn Decksitze vorhanden, wird die todte Last noch bedeutend geringer.

## Städte-Eisenbahn-Locomotive.

Die Pariser Ausstellung brachte eine Locomotive für Straßeneisenbahnen mit stehendem Kessel, welche an beiden Seiten, um das Drehen der Maschine unnöthig zu machen, ganz dieselbe Einrichtung hatte, also zwei Führerstände mit den zugehörigen Kohlenräumen, mit je einer Feuerthür, einem Steuerungshändel und Regulatorhebel, je einer vollständigen Armatur &c. Auf einer solchen Locomotive braucht also der Führer nicht rückwärts zu fahren, welche Annehmlichkeit durch die doppelte Einrichtung allerdings ziemlich theuer erkauft ist, doch bleibt zu bemerken, daß ohne diese der Führer beim Rückwärtsfahren alle von ihm zu be-

obachtenden und zu bedienenden Vorrichtungen hinter sich hat, er also in der Richtung der Fahrt nicht ständig seine Aufmerksamkeit haben, und er in Fällen der Gefahr auch die Steuerung, den Regulator und die Dampfpfeife nur minder schnell handhaben kann, weil er sich erst umdrehen muß. Insbesondere bei Straßenlocomotiven kann die kleinste Zeitversäumniß in der Bedienung der Vorrichtungen verhängnißvoll werden, es dürfte deshalb die obige nicht billige Doppeleinrichtung doch wohl begründet erscheinen.

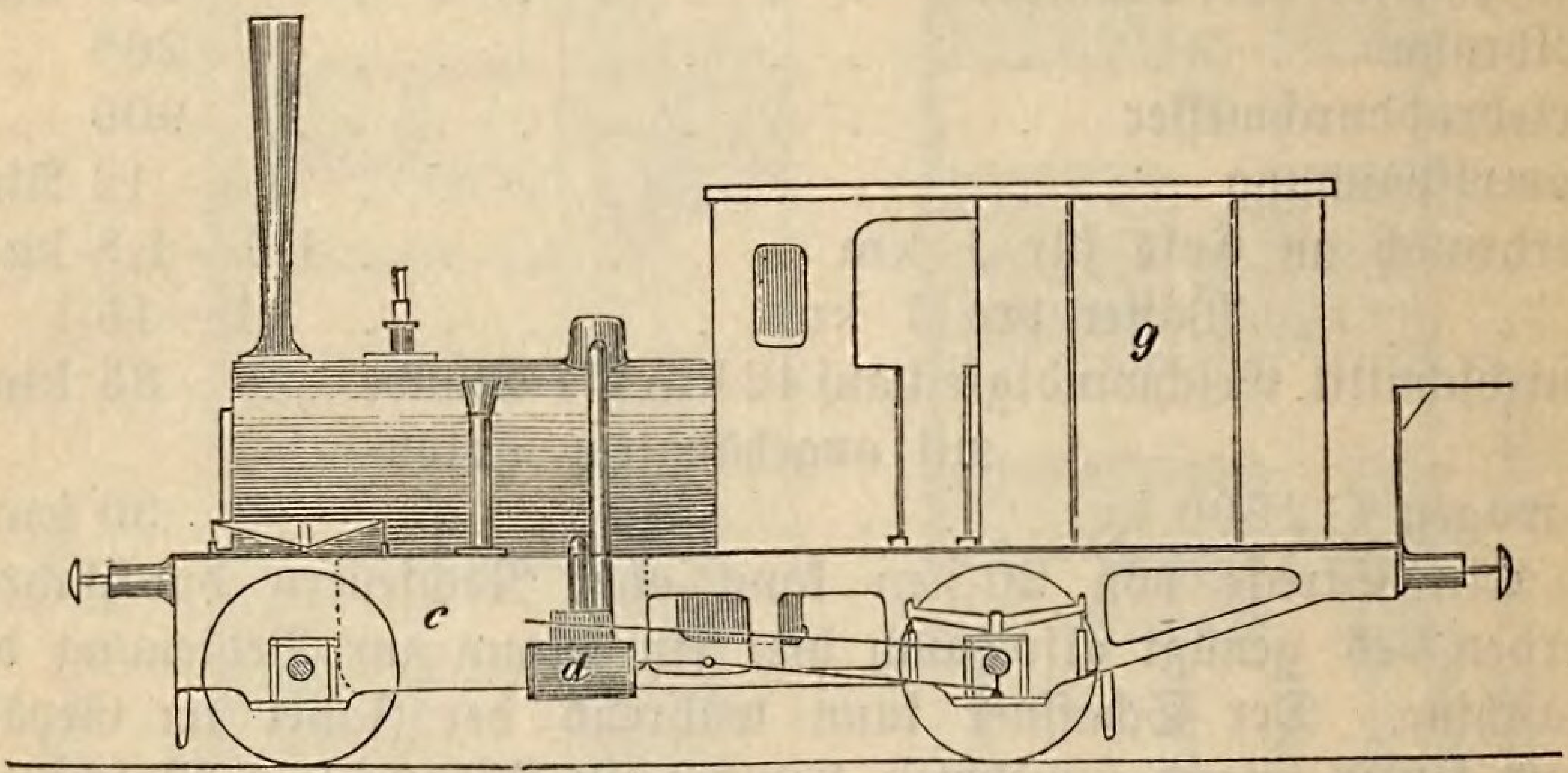


Fig. 566.

## Locomotive mit Gepäckraum.

Bei kleinen Personenzügen im Binnenverkehre mit ein bis drei Wagen und ohne Postbeförderung ist die Leistungsfähigkeit der üblichen leichtesten Personenzuglocomotiven noch überreichlich groß, und der schwere Gepäckwagen ist meist nicht oder nur schwach beladen. Man hat dieserhalb in den letzten Jahren sehr leichte Locomotiven beschafft, deren Preis selbstredend gering ist, die weniger Kohlen und Schmiermaterial gebrauchen und ferner noch den Oberbau wenig angreifen. In Fig. 566 geben wir die Zeichnung einer solchen vierräderigen Tenderlocomotive. Bei derselben sind die Längsträger nach hinten weit verlängert und tragen hier außer dem Führerstande hinter diesem einen Gepäckraum g, so daß unter Umständen bei einem Personenzuge mit solcher Locomotive der Gepäckwagen erspart werden kann. Der Wasserbehälter c liegt unter dem Kessel, die Dampfcylinder d zwischen den Rädern, von denen die hinteren Triebräder sind.

## Heißwasser-Locomotive.

Wenn eine gewöhnliche Locomotive mit Wasser und Dampf gefüllt ist — die Dampfspannung möge 10 Atm. sein, welcher eine Wärme von etwa 180° entspricht — und das Feuer wird aus der Feuerkiste entfernt, so kann die Maschine auch ohne dieses noch eine Strecke weit laufen. Beim Oeffnen des Regulators arbeitet zunächst der vorräthige Dampf von 10 Atm. Spannung. Sobald ein Theil Dampf in die Cylinder abgeführt, also die Spannung geringer wird, kommt die größere Spannung im Wasser zur Geltung, es findet eine Druckausgleichung statt, indem unter Abnahme der Wärme ein gewisser Theil des Wassers sich in Dampf verwandelt, allerdings von einer Spannung kleiner als 10 Atm. Wenn immerfort Dampf zur Fortbewegung der Maschine in die Cylinder fließt, so wiederholt sich fortwährend dieser Vorgang; Spannung und Wärme nehmen gleichmäßig ab, bis schließlich der Druck des Dampfes nicht mehr zur weiteren Fortbewegung der Locomotive hinreicht, er sinkt endlich bis auf 1 Atm. und die ursprüngliche Wärme von 180° auf 100°.

Dieser mit jeder Locomotive zu machende Versuch wird mit der Heißwasserlocomotive, auch Locomotive „ohne Feuer“ oder „ohne Herd“ genannt, auf einer Straßenbahn in Frankreich tagtäglich im regelmäßigen Fahrdienst ausgeführt, mit dem Unterschiede jedoch, daß der Dampf nicht in der Locomotive selbst, sondern an der Endstation der Bahn in stehenden Dampfkesseln erzeugt und von diesen gleichzeitig mit dem der betr. Spannung entsprechend heißen Wasser in den Locomotivkessel gelassen wird. Dieser ist also ein Sammelbecken, bedarf demnach des Feuers und des Herdes nicht.

Das Füllen soll in vier Minuten geschehen können. Die Kessel der neueren Locomotiven dieser Bauart fassen 2000 l Wasser; man giebt demselben eine Hitze von 200°, welche einer Spannung von etwa 15 Atm. entspricht.

Der Dampf wird durch ein Regulirventil mit einem Drucke von 3—8 Atm. in die Cylinder gelassen.

| | |
|---|---|
| Durchmesser der Cylinder . . . | 230 mm |
| Hub . . . . . . . . . . | 250 „ |
| Raddurchmesser . . . . . . . | 750 „ |
| Gewicht der leeren Maschine . . | 6000 kg. |

Die Locomotive läuft vor- und rückwärts.

Gewöhnlich wird der Kessel mit Wasser von nur 8,5 Atm. gefüllt, welches hinreicht, ein oder zwei Wagen in 25—30 Minuten 9,66 km weit zu befördern. Auf der Rückfahrt vermindert sich die Spannung auf etwa 3,5 Atm.

## Luft-Locomotive.

Diejenigen Vortheile, welche für die Heißwasserlocomotive in Anspruch genommen werden, nämlich: ohne Feuer, ohne Rauch-, Funken- und Kohlenauswurf, also auch ohne Feuersgefahr, während der Fahrt Sicherheit gegen Explosion, ruhiger fast geräuschloser Gang, ohne Unbequemlichkeiten für Reisende, Vorübergehende und Anwohner, schreiben die Erfinder der Luftlocomotive auch dieser zu. In Paris waren zwei derselben Bauart ausgestellt. Bei der einen bildeten Locomotive und Wagen ein Ganzes, so daß man es hier mit einem „Luftomnibus" zu thun hat, wogegen bei der anderen die Locomotive ein für sich selbstständiges Fahrzeug ausmachte.

Erstere faßt inwendig und auswendig 30 Personen, Gewicht 8 Tonnen in betriebsfähigem Zustande, Verbrauch an gepreßter Luft auf freier Strecke 8 kg für 1 km, Vorrath etwa 100 kg, mit welchem die Locomotive eine Strecke von etwa 12 km durchläuft.

Die Locomotive der zweiten Art zieht einen zweiachsigen Wagen mit 45—50 Personen, Gewicht 7 Tonnen, Verbrauch an gepreßter Luft 12 kg für 1 km, Vorrath etwa 200 kg, mit dem sie 15—18 km zurücklegt.

Die atm. Luft wird durch eine stehende Dampfmaschine bis zu 30 Atm. Spannung in zehn Cylinder von weichem Stahlblech gepumpt, welche bei dem Omnibus unter diesem liegen, während bei der Locomotive vier größere Cylinder in einem besonderen Raume hinter dem Führerstande gelagert sind.

Die eigentlichen Cylinder, also hier Luftcylinder, Steurung nach Stephenson ꝛc., liegen unter der Locomotive.

Um die Wirkung der Luft in den Cylindern auch bei abnehmender Spannung im Kessel möglichst gleich zu erhalten, dient ein selbstthätiger Regulator.

Wenn gepreßte Luft ausströmt, so entsteht eine große Kälte, welche in diesem Falle in den Cylindern und an anderen Stellen die Schmiere, Feuchtigkeit ꝛc. würde gefrieren machen; die Locomotive führt deshalb in einem besonderen Behälter Wasser von

160° mit sich, durch welches man die comprimirte Luft vor dem Gebrauche streichen läßt. Sie erhitzt sich in demselben und nimmt Wasserdampf auf; heiße und trockene Luft würde ebenfalls in den Cylindern schädlich wirken.

## Elektrische Locomotive.

Seit der ersten Inbetriebnahme einer elektrischen Eisenbahn durch Siemens und Halske auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879 hat die Elektricität als Beförderungsmittel für Eisenbahnzüge die allgemeine Aufmerksamkeit immer mehr auf sich gezogen. Schon heute hat die Elektricität mehrfach den Dampf verdrängt, wenn es sich darum handelte, bei Straßenbahnen die Pferde durch ein anderes Beförderungsmittel zu ersetzen. Die elektrischen Locomotiven besitzen nämlich vor den gewöhnlichen Locomotiven die bei Städtebahnen besonders in's Gewicht fallenden Vorzüge, daß sie zu den feuerlosen Maschinen gehören und dabei keinerlei Dampferscheinungen zeigen, während sie den Heißluftlocomotiven durch ihre größere Leistungsfähigkeit überlegen sind.

Bei den elektrischen Bahnen sind zweierlei Arten von Locomotiven zu unterscheiden, sofern man berechtigt ist, den Wagen, welcher die Nutzbarmachung der Elektricität für seine eigene und die Fortbewegung etwa mit ihm verbundener Wagen bewirkt, als Locomotive zu bezeichnen. Bei der einen Anordnung befindet sich die zum Betriebe erforderliche Elektricität auf dem Zuge selbst, während sie bei der anderen dem Zuge von festen, außerhalb der Bahn belegenen Orten durch besondere Leitungen zugeführt wird.

Die Aufspeicherung der zum Betriebe erforderlichen Elektricität auf dem Zuge selbst geschieht mit Hülfe sog. Accumulatoren, welche eine große Menge von Elektricität anzusammeln und nach und nach wieder abzugeben vermögen. Man kann sich die Wirkung eines derartigen Verfahrens am leichtesten klar machen, wenn man die Accumulatoren mit Wasserbehältern vergleicht. Wie man nämlich aus Behältern, welche auf einem Wagen des Zuges untergebracht sind, mitgeführtes Wasser so lange auf ein Wasserrad leiten und durch dieses den Zug in Bewegung setzen kann, als sich noch Wasser in den Behältern befindet, ebenso ist es auch möglich, die in Accumulatoren aufgespeicherte Elektricität so lange zur Fortbewegung des Zuges zu verwerthen, bis dieselbe erschöpft ist. Wie dort durch gleichzeitigen Zufluß des Wassers zu dem

Wasserrade aus mehreren Behältern, so ist es auch hier möglich, durch gleichzeitige Anwendung mehrerer Accumulatoren die Arbeitsleistung zu verstärken. Die Accumulatoren stehen mit einer magnet-elektrischen Maschine — Receptor oder Empfänger genannt — in Verbindung, welche die Elektricität in Arbeit umsetzt und sie so zur Fortbewegung des Zuges geeignet macht.

Wird die Elektricität dem Zuge von außen zugeführt, so ist der Vorgang folgender.

Eine feststehende Maschine (Dampfmaschine, Wasserrad, Turbine) setzt eine magnet-elektrische Maschine — Generator oder Erzeuger genannt — in rasche Umdrehungen und erzeugt dadurch Elektricität, welche dem Zuge durch besondere Leitungen zugeführt wird. Hier gelangt sie in den Empfänger, welcher ihre Rückverwandlung in ihre ursprüngliche Form, in die der von der (Dampf-)Maschine gelieferten Arbeit, bewirkt und sie so zur Fortbewegung des Zuges verwerthet.

Dem Accumulatorbetriebe gegenüber hat die Zuführung der Elektricität zum Zuge durch Leitungen — Kabelbetrieb — den Vorzug, daß bei ihm der Zug nicht durch die dort nothwendigen Accumulatoren beschwert und daß ferner der mit der Auswechselung jener verbundene Zeitverlust vermieden wird. Dagegen müssen die mit dem Kabelbetriebe erforderlichen Leitungen als ein Nachtheil bezeichnet werden, wie nicht minder der Umstand (und zwar besonders für Bahnen mit engen Krümmungen und stark wechselndem Gefälle), daß bei dem Kabelbetriebe das Mittel fehlt, die dem Empfänger zugeführte Elektricität nach den wechselnden Widerständen des Zuges zu verstärken oder zu ermäßigen. Hinter dem gewöhnlichen Locomotivbetriebe stehen beide Arten elektrischer Bahnen durch ihre geringen Nutzleistungen zurück. Bei der Umwandlung der Arbeitsleistung der festen Maschine in Elektricität durch den Erzeuger und der Rückverwandlung der letzteren in Arbeit durch den Empfänger, sowie bei der Leitung der Elektricität von dem Erzeuger nach dem Empfänger durch Kabel oder durch Vermittlung von Accumulatoren treten nämlich so erhebliche Verluste auf, daß von der Arbeit der feststehenden Maschine nur ein geringer Theil zur Fortbewegung des Zuges nutzbar wird.

Bei dem Kabelbetriebe wird die Elektricität dem Zuge entweder durch längs der Bahn auf Stangen befestigte Kabel, oder durch ein gut isolirtes, neben den Schienen liegendes Kabel zu-

geführt, oder es werden die Fahrschienen als Leitung benutzt. In dem erstgenannten Falle dienen kleine auf den Kabeln laufende Wagen, Contactwagen genannt, welche durch kurze Leitungen mit dem den Empfänger führenden Wagen verbunden sind, zur Herstellung einer leitenden Verbindung zwischen den Kabeln und dem Wagen.

Das von den Engländern Ayrton und Perry zur Anwendung gebrachte und neben die Schienen gelegte Kabel beseitigt jene oberirdische Leitung und unbequeme Zuführung der Elektricität zu dem Zuge, ohne die mit Benutzung der Fahrschienen als Hauptleitung nothwendig werdende sorgfältige Isolirung der Schienen nothwendig zu machen. Dieses Kabel giebt die Elektricität an die Schienen ab, es ist jedoch das nur dort der Fall, wo sich der betreffende Wagen gerade befindet, indem dieser die Schiene niederdrückt und dadurch die leitende Verbindung zwischen Schiene und Kabel selbstthätig herstellt. Um Verluste an Elektricität möglichst zu vermeiden, sind die Gleise in kurzen Zwischenräumen durch Nichtleiter unterbrochen.

Bei der Benutzung der Schienen selbst als Leitung für die Elektricität wird eine möglichst sorgfältige Isolirung der Schienen nothwendig, welche am vollkommensten bewirkt wird, wenn die Bahn als Hochbahn hergestellt, wenn also die Schienen auf Säulen gelegt werden. Geschieht das nicht, so tritt außer mangelhafter Isolirung der Gleise noch der Uebelstand ein, daß ein jedes Thier, welches bei dem Ueberschreiten der Bahn beide Schienenstränge gleichzeitig betritt, als leitende Verbindung beider dient und durch die durchströmende Elektricität erschreckt wird.

Während bezüglich des Erzeugers und des Empfängers, welche zur Umwandlung der Arbeit der Kraftmaschine in Elektricität und zur Rückverwandlung der letzteren in Arbeit dienen, sowie bezüglich der Anordnung von Accumulatoren auf Fachschriften verwiesen werden und eine Besprechung unterbleiben muß, weil sowohl die Einrichtung, als auch die Wirkungsweise derselben ohne eingehende Fachkenntnisse unverständlich bleiben würden, soll die Nutzbarmachung der durch den Empfänger gewonnenen Arbeit zur Fortbewegung des Zuges wenigstens kurz angedeutet werden.

Der Empfänger wird durch den ihm zugeführten elektrischen Strom in eine sehr große Anzahl von Umdrehungen versetzt und kommt es darauf an, diese Umdrehungen auf die Räder des Fahr-

zeuges zu übertragen. Das könnte nun am einfachsten durch Benutzung einer Wagenachse als Hauptwelle für den Empfänger geschehen, wenn die Zahl der Umdrehungen des letzteren nicht eine so große wäre, daß bei einem solchen Verfahren die Zuggeschwindigkeit jedes erlaubte Maß weit überschreiten müßte.

Von Siemens ist aus diesem Grunde jene Einrichtung nur für elektrische Brief- und Packetbeförderung empfohlen. Bei der von ihm in Paris erbauten elektrischen Eisenbahn ist der Empfänger zwischen den beiden Achsen am Untergestell des Wagens befestigt und wird die Bewegung durch Gall'sche Ketten und Scheiben auf die Wagenachsen übertragen, wobei der Durchmesser der Scheiben der letzteren weit größer als der der Antriebsscheiben ist. Es hat diese Kraftübertragung, sowie eine solche durch Riemen oder Hanfseile, sich besser bewährt als die Uebertragung durch Zahnräder oder Friktionsrollen, weil letztere empfindlicher als Seile gegen die geringen Unterschiede in den Entfernungen und der Lage der treibenden Achse von und zu den Wagenachsen sind, wie sie durch das Spiel der Tragfedern des Wagens unvermeidlich werden.

Eine endgültige und vollständig befriedigende Lösung der Aufgabe, die Bewegung von dem Empfänger auf die Wagenachsen zu übertragen, wurde bislang nicht gefunden und bleibt der Zukunft vorbehalten.

Die Zuleitung des elektrischen Stromes zum Empfänger geschieht bei den Luftleitungen durch das Drahtseil, welches den auf den Kabeln laufenden Contactwagen mit den Eisenbahnwagen verbindet. Von dem Befestigungsorte dieses Seils am Dache des Wagens ab führt eine leitende Verbindung nach dem Empfänger, in welche noch allerlei Hülfsapparate eingeschaltet sind, auf die hier näher einzugehen zu weit führen würde.

Dienen die Fahrschienen als Leitung für die Elektricität, so wird es nothwendig, die Räder von ihren Achsschaften zu isoliren, weil sonst der Strom durch die Achse einfach von der einen zu der anderen Fahrschiene übergeleitet werden würde, ohne vorher in den Empfänger zu gelangen. Diese Isolirung wird u. a. durch Anwendung von Rädern mit Holz- oder Papiereinsätzen bewirkt. Die Isolirung von Rädern mit eisernen Radsternen auf der Achse ohne Schädigung der Sicherheit der Verbindung verursacht kaum mindere Schwierigkeiten als die einer nicht leitenden Verbindung der Radreifen auf den Rädern. Will man daher Räder mit Rad-

sternen von Papier oder von Holz nicht anwenden und auch eine Isolirung der Räder und Radreifen vermeiden, so bleibt nur übrig, die Achsen zu theilen und die über beiden Schienen befindlichen Hälften des Wagengestells so von einander zu isoliren, daß der elektrische Strom nur durch den Empfänger von der einen zu der anderen Wagenhälfte gelangen kann. Diesem ziemlich umständlichen und unsicheren Verfahren gegenüber dürfte die Beschaffung der zwar etwas theueren Räder mit Holz- oder Papiereinsatz den Vorzug verdienen.

## Verbund-Locomotive.

Verbund-Dampfmaschinen haben zwei ungleich große Dampfcylinder, von welchen nur der kleinere mit frischem Dampfe aus dem Kessel gespeist wird, welcher, nachdem er in dem kleineren Cylinder gebraucht ist, in den großen geleitet und hier in expandirtem Zustande zur weiteren Kraftleistung ausgenutzt wird.

Der Zweck der Anwendung ungleich großer Cylinder ist u. a. die bessere Ausnutzung des Dampfes durch eine weitergehende Expansion, also in letzter Reihe die Ersparniß an Brennmaterial.

Nachdem die Verbund-Maschine bei Schiffen und stehenden Dampfmaschinen schon längere Zeit gebräuchlich war, ist sie im Jahre 1876 bei Locomotiven, und zwar zuerst durch (den Schweizer) Mallet in Paris, zur Anwendung gekommen.

Da auch bei einer Verbund-Locomotive der frische Dampf nur in den kleinen Cylinder tritt, so kann die Maschine nicht ohne Weiteres in Gang gesetzt werden, wenn die Kurbel dieses Cylinders auf oder nahe dem todten Punkte steht. Bei stehenden und Schiffsmaschinen wird dieser Schwierigkeit dadurch leicht abgeholfen, daß man durch ein besonderes kleines Dampfventil so lange Dampf aus dem Kessel unmittelbar in den Schieberkasten des großen Cylinders leitet, bis die Maschine in Gang gebracht ist, was jedoch bei Locomotiven, insbesondere beim Rangiren, zu viel Umstände macht.

Die Verbund-Locomotive von Mallet ist nun so eingerichtet, daß der Führer dieselbe nach Belieben in gewöhnlicher Weise (indem er also beide Cylinder gleichzeitig mit frischem Dampfe speist) oder als Verbund-Maschine arbeiten lassen kann, wodurch die Schwierigkeiten beim Anfahren und Rangiren überwunden sind, außerdem ist die Locomotive (auf starken Steigungen) einer größeren Kraftleistung fähig, als wenn der große Cylinder nur mit expandirtem Dampf arbeitet.

Die Möglichkeit, die Locomotive in der gewöhnlichen Weise und als Verbund-Maschine benutzen zu können, macht bei der Mallet'schen Maschine eine besondere verstellbare Umschaltungsvorrichtung (Vertheilungs- oder Wechselschieber) und eine ungewöhnliche vielgliederige Steurung nöthig, deren Handhabung für die Praxis nicht einfach genug ist, abgesehen davon, daß der Führer in manchen Fällen nicht wissen wird, ob er die Locomotive besser in der gewöhnlichen Weise oder als Verbund-Maschine arbeiten läßt.

Schließlich ist noch zu erwähnen, daß bei der Mallet'schen Maschine bei der stärksten Kraftentwickelung (auf Steigungen), also gerade beim größten Dampfverbrauche, auf eine Dampfersparniß verzichtet wird, wo sie doch am wichtigsten ist. Anderseits hat allerdings die sehr veränderliche Kraftleistung der Locomotive auch Vortheile.

In Deutschland hat Herr Bauinspector von Borries die Frage der Verbund-Locomotiven am eifrigsten erörtert und ist demselben eine neue, wesentlich verbesserte und einfachere Verbund-Locomotive zu verdanken*).

Die Verbund-Locomotive von v. Borries arbeitet lediglich als Verbund-Maschine, es wird während der Fahrt nur dem kleinen Cylinder frischer Dampf aus dem Kessel zugeführt und ist deshalb der Vertheilungsschieber der Mallet'schen Maschine nicht erforderlich; die Vorrichtung zum Anfahren ist in Anordnung und Handhabung einfach, die Steurung unterscheidet sich von der gewöhnlichen Coulissensteurung nicht, und giebt von selbst das richtige Füllungsverhältniß in beiden Cylindern, so daß eine unrichtige Handhabung seitens des Führers nicht vorkommen kann.

Die Fig. 567 u. 568 zeigen zwei Schnitte einer v. Borries'schen Verbund-Güterzug-Locomotive der Hannover'schen Staatsbahn. Die Hauptverhältnisse sind folgende:

| | |
|---|---|
| Durchmesser des rechten Cylinders | 460 mm |
| „ „ linken „ | 650 „ |
| Querschnittsverhältniß . . . . | 1 : 2 |
| Kolbenhub . . . . . . . . | 630 cm |
| Raddurchmesser . . . . . . . | 1330 „ |

*) Ausführlicheres über „Neues Kompound-System für Locomotiven" von v. Borries, siehe besonders die Jahrgänge seit 1880 von Glaser's Annalen, vom Organ und von der Vereinsschrift Deutscher Ingenieure.

| | |
|---|---|
| Totaler Radstand . . . . . | 3400 cm |
| Totale Rahmenlänge . . . . | 8000 „ |
| Größte Länge der Maschine . . | 8891 „ |

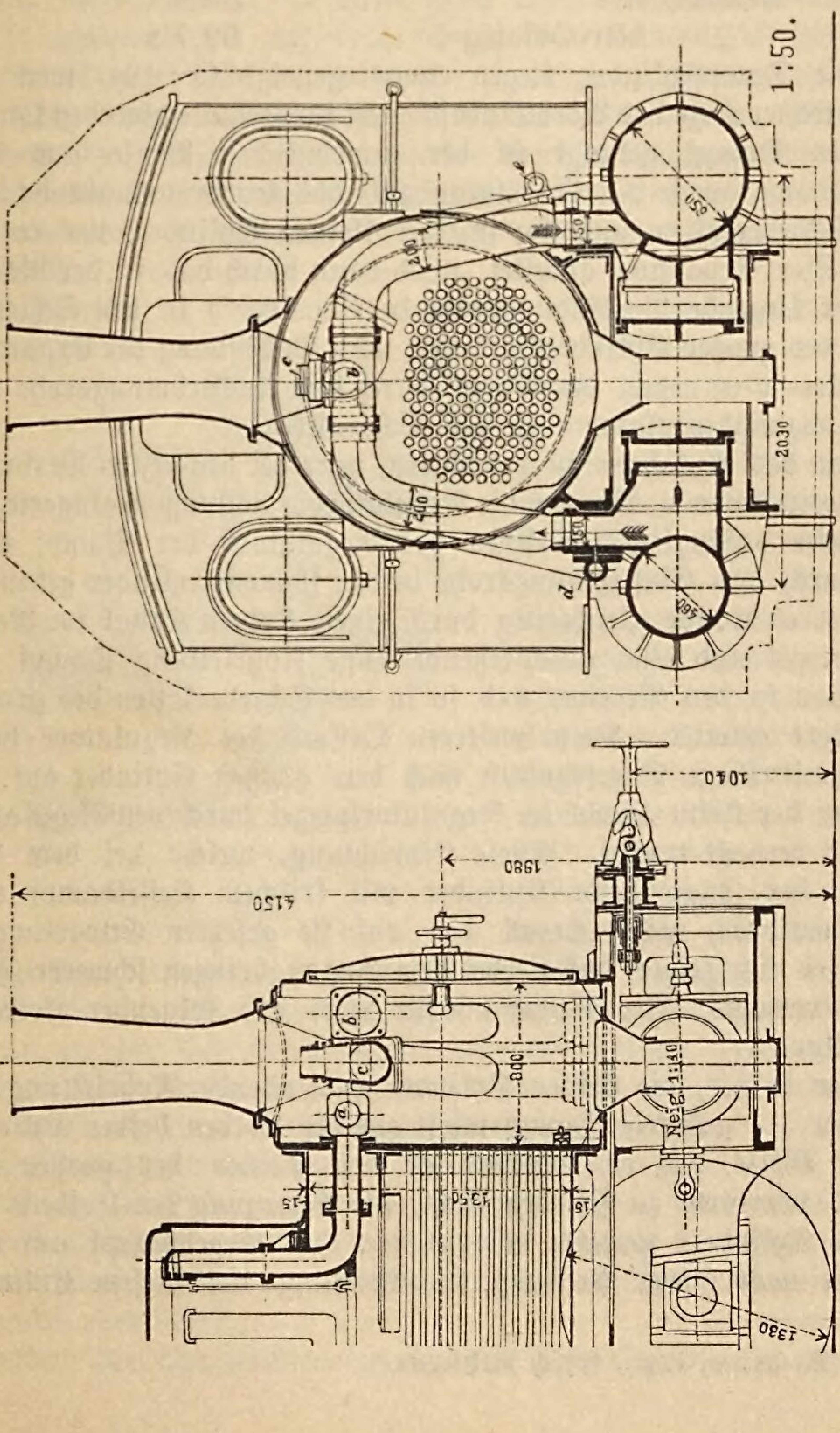



Fig. 567 u. 568.

| | |
|---|---|
| Dampfüberdruck . . . . . . . . . | 12 Atm. |
| Rostfläche . . . . . . . . . | 1,53 qm |
| Gesammte Heizfläche . . . . . | 121,6 „ |
| Gewicht, leer . . . . . . . | 35,6 t |
| „ betriebsfähig . . . . . | 39,7 t |

Die Dampfcylinder liegen etwas geneigt (1 : 40), weil bei waagerechter Lage das Normalprofil nicht innegehalten werden konnte.

Der Dampf gelangt in der gewöhnlichen Weise aus dem Dampfdome durch den Regulator und das Einströmungsrohr a in den Schieberkasten und so in den kleinen Cylinder, wo er mit theilweiser Expansion arbeitet, wird dann durch das in der Rauchkammer liegende Verbindungsrohr b (Receiver*) in den Schieberkasten des großen Cylinders geleitet; nach Vollendung der Expansion in letzterem entweicht der Dampf durch das Ausströmungsrohr und den Ausgangsregulator c in den Schornstein.

Um das Anfahren zu erleichtern, war bei den ersten Verbund-Locomotiven von v. Borries die Regulatorvorrichtung so eingerichtet, daß beim anfänglichen Oeffnen des Regulators der Dampf nicht nur durch das Einströmungsrohr in den kleinen Cylinder gelangte, sondern es wurde gleichzeitig durch einen kleinen Kanal im Regulatorspiegel und eine anschließende enge Rohrleitung Dampf unmittelbar in den Receiver und so in den Schieberkasten des großen Cylinders geleitet. Beim weiteren Oeffnen des Regulators hörte der unmittelbare Dampfzufluß nach dem großen Cylinder auf, da alsdann der kleine Kanal im Regulatorspiegel durch den Regulatorschieber verdeckt wurde. Diese Einrichtung, welche bei dem Anfahren der Züge beide Cylinder mit frischem Kesseldampf versorgt, entsprach nicht überall den auf sie gesetzten Erwartungen, indem es sich zeigte, daß sie bei dem Ingangbringen schwerer Züge häufig versagte. Der Grund hierfür wird aus folgender Betrachtung klar.

Der in die, die beiden Cylinder verbindende Rohrleitung — Receiver — geleitete Dampf wirkt auf die Kolben beider Cylinder in der Weise, daß er, während er den Kolben des großen Cylinders vorwärts zu schieben sucht, die Bewegung des Kolbens des kleinen Cylinders hemmt; er tritt hier als Gegendampf auf und hebt, je nach seiner Pressung, die Wirkung des diesem Cylinder

---

*) Receiver, engl., sprich Reßiewer.

auf dem gewöhnlichen Wege zuströmenden Dampfes mehr oder weniger auf. Steht nun die Kurbel des kleinen Cylinders auf ihrem größten Hube und demnach die des großen Cylinders in ihrem todten Punkte, so wird durch letztere keinerlei Wirkung erzielt, während die auf beide Seiten des kleinen Cylinders wirkenden Dampfdrücke sich mehr oder weniger aufheben. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes hat v. Borries zwischen beiden Cylindern die in Fig. 569 dargestellte Ventilvorrichtung eingeschaltet, welche die Beseitigung des Rückdrucks des dem großen Cylinder zuströmenden Frischdampfes auf den Kolben des kleinen Cylinders bezweckt.

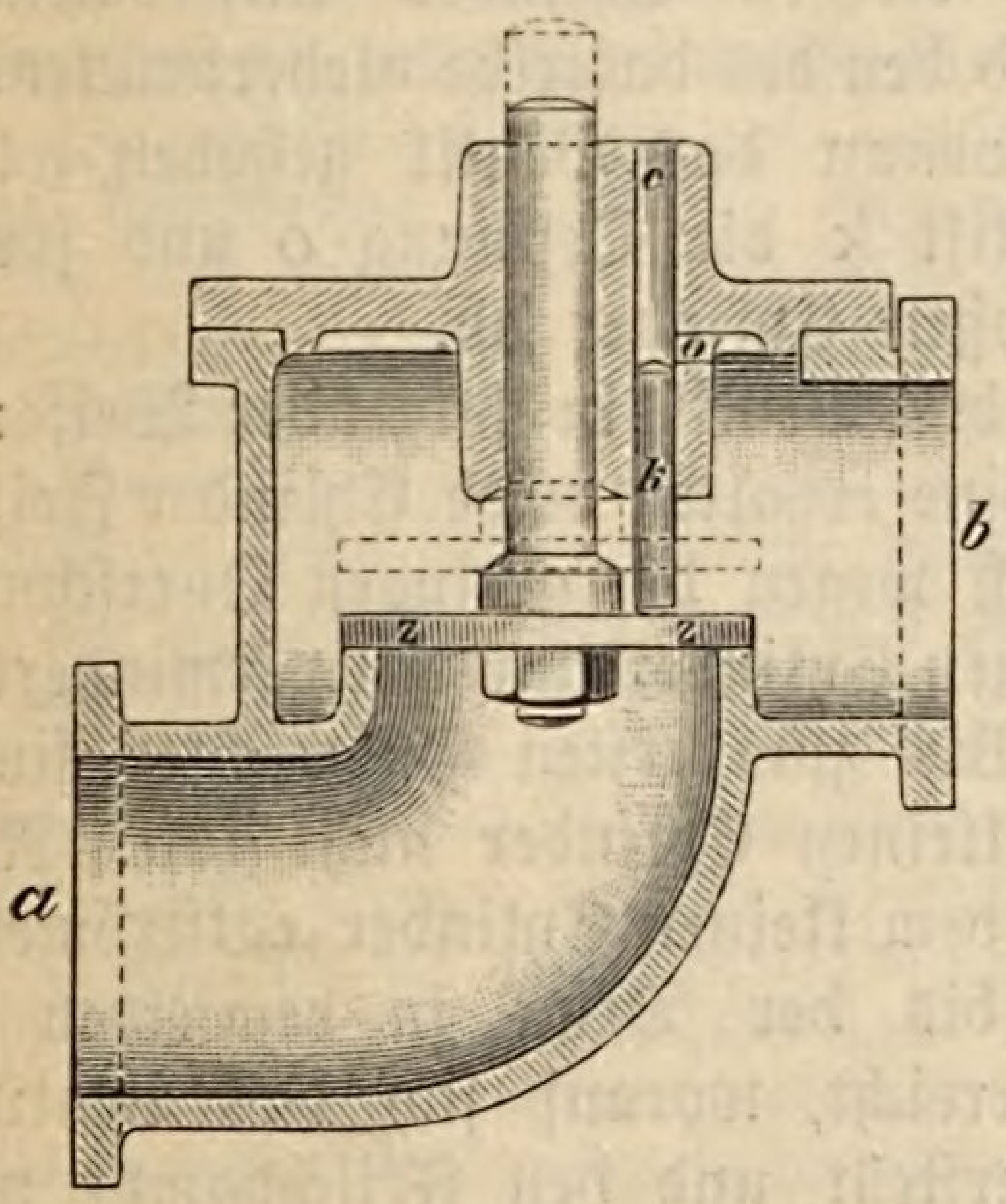


Fig. 569.

Wir dürfen uns hier mit der Beschreibung allein der durch Fig. 569 wiedergegebenen Anordnung der v. Borries'schen Construction begnügen, da dieselbe die Art und Weise, wie der beabsichtigte Zweck, also die Beseitigung des Rückdruckes des in den großen Cylinder geleiteten Frischdampfes auf den Kolben des kleinen Cylinders, erreicht wird, in leicht verständlicher Weise erkennen läßt. Es mag nur noch angeführt werden, daß zur Verminderung, also nicht zur gänzlichen Beseitigung dieses Rückdruckes, abweichend von der v. Borries'schen Construction, F. Schichau ein Druckverminderungsventil in die Ueberströmungsleitung der beiden Cylinder eingeschaltet hat, welches mit Hülfe von zwei mit einander verbundenen Kolben und einer dieselben belastenden regulirbaren Feder den Frischdampf von dem großen Cylinder absperrt, sobald der Dampfdruck im Ueberströmrohr das vorgeschriebene Maß überschreitet. Durch dieses Ventil wird also ein das für zulässig erachtete Maß überschreitender Rückdruck auf den Kolben des kleinen Cylinders verhindert.

Bei der dargestellten von Borries'schen Construction führt die

Oeffnung a durch das Ueberströmrohr zu dem kleinen Cylinder und stellt b die Verbindung mit dem Schieberkasten des großen Cylinders her, während die Bohrungen c und o letzterem frischen Kesseldampf zuführen. Das Ventil z sperrt die Verbindung mit dem kleinen Cylinder ab, es übt daher der über demselben befindliche Frischdampf keinen Rückdruck auf den kleinen Cylinder aus. Da die Bohrungen c und o nur geringe Durchmesser haben und demnach dem großen Cylinder auch nur langsam Dampf zuführen, so leuchtet ein, daß sich der auf das Ventil z ausgeübte Dampfdruck alsbald erheblich vermindert, sobald sich die Locomotive in Bewegung setzt. Das hat aber wieder zur Folge, daß der Druck des bei dem Hubwechsel dem kleinen Cylinder entströmenden Dampfes unter dem Ventil z bald den des dasselbe niederdrückenden Dampfes übersteigt, wodurch sodann das Ventil gehoben wird. In Folge dessen schließt der Stift k die Oeffnung o und sperrt damit den Frischdampf vom großen Cylinder ab.

Kurz wiederholt wirkt also das Ventil in folgender Weise:

Bei dem Anfahren der Maschine erhalten beide Cylinder Frischdampf vom Kessel, welcher jedoch wegen der geringen Querschnitte der Zuleitungsöffnungen im großen Cylinder nur mit vermindertem Drucke zur Wirkung kommt. Bis zum ersten Hubwechsel findet ein Rückdruck des Dampfes im kleinen Cylinder nicht statt. Nach dem ersten Hubwechsel füllt der dem kleinen Cylinder entströmende Dampf so lange den Receiver, bis der Druck in demselben die Pressung im großen Cylinder erreicht, worauf sich das Ventil z öffnet, die Verbindung beider herstellt und den Frischdampf vom großen Cylinder abschließt.

Um bei der Verbund-Locomotive in beiden Cylindern die entsprechenden Füllungsgrade zu erhalten, damit trotz der ungleich großen Cylinder und der ungleichen Dampfspannung in denselben die beiden Kolben nahezu gleiche Arbeit leisten, ist bei der Mallet'schen Maschine eine wenig einfache Steuerung erforderlich und waren auch bei den ersten v. Borries'schen Locomotiven getheilte Steuerungswellen vorgesehen, bei den neueren Verbund-Locomotiven wird jedoch das richtige Verhältniß der Füllungsgrade dadurch hervorgebracht, daß die Coulissenhebel auf der Steuerungswelle nicht wie gewöhnlich parallel, sondern unter einem gewissen Winkel zu einander aufgesetzt und demgemäß die Hängestangen der Coulissen verschieden lang gemacht sind, worauf wir hier jedoch nicht näher eingehen können.

Das Urtheil über den Werth von Verbund-Locomotiven ist noch kein allseitig abgeschlossenes, doch ist unverkennbar, daß mit den nach und nach an ihnen vorgenommenen Verbesserungen sich die Zahl ihrer Verehrer von Jahr zu Jahr mehrt.

Als Nachtheil der Verbund-Locomotiven werden besonders hervorgehoben ihre in Folge der Verschiedenheit beider Cylinder und der Nothwendigkeit der Einschaltung eines Receivers mit Ventilvorrichtung weniger einfache Construction, welche den Preis von Verbund-Locomotiven gegenüber solchen ohne Verbund-Vorrichtung um rund 1000 Mark erhöht. Weiter dürfte der Umstand, daß noch wiederholt neue Vorschläge zur Erleichterung des Anfahrens von Verbund-Locomotiven auftauchen, beweisen, daß nach der Richtung hin die wünschenswerthe Vollkommenheit noch nicht erreicht ist.

In jüngster Zeit ist auf den Württembergischen Staatseisenbahnen eine Anordnung probeweise angewendet, welche sich anscheinend gut bewährt und einmal die vollständige Behebung aller bei dem Anfahren von Verbund-Locomotiven noch auftretenden Mängel, und ferner die Erhöhung der Zugkraft für Strecken mit besonders starker Steigung bezweckt.

Diese Vorrichtung gestattet die jederzeitige Zuführung von Frischdampf in beide Cylinder ohne schädlichen Rückdruck auf den Kolben des kleinen Cylinders. Der in diesem gebrauchte Dampf entweicht dabei nicht in den Receiver, sondern sofort in den Schornstein. Um zu verhindern, daß der Dampf im großen Cylinder eine nicht gewünschte hohe Pressung erreicht, ist einmal die demselben den Frischdampf zuführende Leitung entsprechend verengt und die Vorrichtung überdies mit einem Ventil versehen, welches sich nach Ueberschreitung des zulässigen Druckes öffnet und nach Wiedereintreten der zulässigen Pressung schließt.

Die Vermehrung der Zugkraft wird dadurch gewonnen, daß der Rückdruck auf den Kolben des kleinen Cylinders durch die Inwirksamkeitsetzung der Vorrichtung beseitigt wird und daß ferner der Dampfdruck im großen Cylinder durch angemessene Belastung des Ventils über das sonst bestehende Maß — Druck, mit welchem der Dampf aus dem kleinen Cylinder überströmt — gesteigert werden kann.

Der mehrfach hervorgehobene Uebelstand, daß ein gleichmäßiges Arbeiten des Dampfes für wechselnde Füllungen in den beiden Cylindern durch die bisherigen Verbesserungsvorrichtungen der Steuerungen noch nicht erreicht ist, erscheint der Thatsache gegenüber, daß die Verschiedenheiten, welche bei den verschiedenen Kurbelstellungen bezüglich der Arbeit des Dampfes in den beiden Cylindern auch der gewöhnlichen Locomotiven auftreten, weit erheblicher als jene sind, von geringer Bedeutung.

Schwerwiegender als der vorgenannte muß der Uebelstand bezeichnet werden, daß, gegenüber 4 Dampfausströmungen bei den

gewöhnlichen, bei den Verbund-Locomotiven nur 2 Dampfausströmungen bei einer jeden Treibradumdrehung erfolgen. Es wirkt das ungünstig auf die Anfachung des Feuers ein, welche weniger gleichmäßig als dort geschieht und macht sich um so störender fühlbar, je mehr die Geschwindigkeit der Züge in scharfen Steigungen verringert werden muß.

Von den Vortheilen der Verbund-Locomotiven ist an erster Stelle die verbesserte Ausnützung der Expansivkraft des Dampfes hervorzuheben. Während bei gewöhnlichen Locomotiven Cylinderfüllungen von weniger als 25% kaum noch einen Nutzen gewähren, der nicht durch erschwerte Ausströmung des Dampfes und Druckabnahme in Folge sehr geringer Schieberöffnungen wieder aufgewogen würde, gestattet die Ueberführung des gebrauchten Dampfes in den großen Cylinder die Anwendung der Expansion auf etwa das doppelte Maß. Es geht daraus zugleich hervor, daß die aus der Anwendung recht hoher Kesselspannungen zu erzielenden Vortheile für Verbund-Locomotiven die größeren sind. Der Umstand, daß der Dampf dem Schornsteine einer Verbund-Locomotive nasser als bei gewöhnlichen Locomotiven entströmt, beweist nur, daß seine Wärme in den Cylindern besser ausgenützt wurde als hier.

Es hängt hiermit eine vergrößerte Leistungsfähigkeit der Verbund-Locomotive ohne Erhöhung ihres Kohlenverbrauchs und ihres Gewichts zusammen. Weiter günstig nach gleicher Richtung hin wirkt der Umstand, daß bei gleicher Leistung beider Maschinengattungen die Füllungen der Cylinder bei den Verbund-Locomotiven die größeren sind. Bedenkt man nämlich, daß die Temperatur der Cylinderwandungen um so mehr sinkt, je weiter der Dampf in den Cylindern expandirt, so leuchtet ein, daß auch von dem Kesseldampfe eine um so größere Menge während der Dampfeinströmungsperiode condensirt, je weiter die Expansionsperiode im Cylinder ausgedehnt wird.

Auch die allerdings stellenweise noch bestrittene Verminderung der Abnützung der Schieber und Kolbenringe und damit der betreffenden Reibungswiderstände geht aus folgender Erwägung unzweifelhaft hervor:

Der Schieber wird mit einer Kraft gegen den Schieberspiegel gepreßt, welche im Verhältniß seiner Größe und der Dampfspannung im Schieberkasten wächst. Diese Dampfspannung erreicht aber für den Verbund-Cylinder nur etwa die halbe Größe wie im

kleinen Cylinder, und wird für diesen durch den Gegendruck des in den Receiver abströmenden gebrauchten Dampfes auf die den Schieberkanälen zugewandte Fläche vermindert.

Bei den Kolbenringen wächst die ihnen zum Dichthalten zugebende Spannung mit dem Unterschiede der vor und hinter dem Kolben stattfindenden Dampfspannungen. Dieser Unterschied vermindert sich aber für den großen Cylinder durch die in ihm zur Anwendung kommende geringere Dampfspannung, und im kleinen Cylinder durch den Gegendruck aus dem Receiver.

Es soll endlich nicht unerwähnt bleiben, daß die übliche Verlegung der Ueberströmung in die Rauchkammer ein nicht zu unterschätzendes Mittel zur Trocknung des Dampfes und dadurch zur Erhöhung seiner Leistungsfähigkeit bildet.

Nach den vorstehenden Erörterungen erscheint es nur natürlich, daß die bislang mit Verbund-Locomotiven erzielten Ergebnisse günstig lauten und daß die Behauptung, es lasse sich durch dieselben eine Kohlenersparniß bis zu 20% und eine entsprechende Vermehrung der Leistungsfähigkeit ohne Vergrößerung des Kessels erzielen, nicht übertrieben erscheint.

Die Versuche mit Verbund-Locomotiven, deren Zahl sich von Jahr zu Jahr vermehrt, sind als abgeschlossen noch nicht zu betrachten. Voraussichtlich dürfte diese Locomotivgattung, besonders für rasch fahrende Züge und Bahnen, welche die Anwendung nicht stark wechselnder Cylinderfüllungen gestatten, in nicht ferner Zeit die gewöhnlichen Locomotiven gänzlich verdrängen.

## Natron-Locomotive.

Es ist eine seit langer Zeit bekannte Thatsache, daß starke Lösungen von gewissen Salzen bei der Einleitung von Wasserdampf sich erhitzen und zwar nicht nur bis zur Wärme des eingeleiteten Dampfes, sondern weit über dieselbe hinaus.

Herr M. Honigmann in Aachen hat das Verdienst, diese Erscheinung zuerst praktisch verwerthet zu haben. Er leitet den in einer Dampfmaschine gebrauchten Dampf (Auspuffdampf), welcher bekanntlich in der Regel in die äußere Luft entweicht, in eine sehr starke Lösung von Natronlauge, bringt diese dadurch auf eine hohe Wärme und benutzt diese alsdann, um aus Wasser frischen gespannten Dampf für die Dampfmaschine zu erzeugen. Die Vor-

richtung dazu ist einfach, indem der mit Wasser*) und Dampf gefüllte Dampfkessel (Wasserkessel) in ein mit starker Natronlauge gefülltes Gefäß (Natronkessel) gesetzt und in dieses der gebrauchte Dampf geleitet wird, worauf die stark erhitzte Lauge ohne weitere Feurung das Wasser im Dampfkessel verdampft.

Die Spannung des erzeugten Dampfes hängt von der überhaupt zu erreichenden Wärme (dem Siedepunkte) der Lauge ab und diese ist um so höher, je stärker die Lauge ist.

Folgende Zusammenstellung giebt für verschiedene Mischungsverhältnisse der Lauge die zugehörigen Siedepunkte und die diesen entsprechenden Spannungen von Wasserdämpfen an:

| Mischungsverhältnisse. | | Siedepunkt. | Atm.-Ueberdruck. |
|---|---|---|---|
| Natron. | Wasser. | Grad Celsius. | (Wasserdampf.) |
| 100 | 20 | 220,5 | 14 |
| 100 | 30 | 200 | 10,2 |
| 100 | 40 | 185,5 | 7,7 |
| 100 | 50 | 174,5 | 6,12 |
| 100 | 60 | 166 | 5,05 |
| 100 | 70 | 159,5 | 4,25 |
| 100 | 80 | 154 | 3,6 |
| 100 | 90 | 149 | 3. |
| 100 | 100 | 144 | |

Der oben beschriebene Vorgang, also die Bildung von Dampf durch die erhitzte Lauge, kann nun nicht beliebig verlängert werden, indem die Lauge durch den eingeleiteten und condensirten Dampf immer dünner wird und dann deren Siedewärme stetig abnimmt, so daß sie nach einer bestimmten Zeit keinen Dampf mehr zu erzeugen vermag, mit dem überhaupt noch gearbeitet werden kann. Der Natronkessel muß alsdann mit frischer starker Lauge beschickt, bezw. die verdünnte Lauge in besonderen Kesseln bis zur erforderlichen Stärke wieder eingedampft werden.

Nehmen wir an, der Dampfkessel einer Maschine sei mit Wasser und Dampf von 160°, entsprechend einer Dampfspannung von etwa 6 Atm., gefüllt und stecke in einem mit sehr starker Natron-

*) Beim Eintritt von Dampf in die Lauge giebt derselbe seine ganze Wärme (fühlbare und latente) an diese ab, außer diesem physikalischen Vorgange tritt aber auch noch ein chemischer Proceß auf, durch den Wärme frei wird, welche ebenfalls von der Lauge aufgenommen wird. Eine ähnliche Erscheinung bei frei werdender Wärme zeigt sich beim Löschen von gebranntem Kalke, beim Mischen von starker Schwefelsäure mit Wasser u. a.

lauge (20% Wasser) gefüllten Behälter; der Siedepunkt dieser Lauge liegt etwa bei 220°. Beginnt nun die Maschine mit 6 Atm. zu arbeiten, so giebt die Lauge die überschüssige Wärme an das Wasser ab, dieselbe wird jedoch bei Einleitung des Auspuffdampfes ersetzt, so daß sich eine Zeit lang die Dampfspannung auf 6 Atm. hält. Mit der allmählichen Verdünnung der Lauge sinkt die Wärme derselben, und ist der Wassergehalt auf etwa 60% gestiegen, so hat die Lauge nur noch die Wärme des Dampfes von 166°, und sie kann nunmehr, weil sie selbst bei dieser Wärme siedet, den Dampf von derselben Wärme (6 Atm.) nicht mehr vollständig aufnehmen, ihre Wärme und damit die Spannung des Wasserdampfes nimmt ab. Die Maschine kann nun bei vermindertem Dampfdrucke noch so lange weiter arbeiten, wie dieser überhaupt für den Betrieb genügt.

Versuche haben ergeben, daß es nicht zweckmäßig ist, die Verdünnung der Lauge weiter als bis zu 100% Wasser zu treiben, welchem Mischungsverhältnisse nach obiger Zusammenstellung eine Wärme von 144° und eine Dampfspannung von 3 Atm. entspricht. Herr Honigmann hat außer stehenden Maschinen auch Locomotiven mit Natrondampfkessel gebaut. Fig. 470 und 471 zeigen den Längs- und Querschnitt einer solchen. Der Dampfkessel (Wasserkessel) W steckt in dem Natronkessel; der durch das Dampfventil dem Dampfdome D entnommene Dampf wird in Schlangenröhren R R mehrmals durch die heiße Natronlauge geleitet, dadurch etwas überhitzt und gelangt vollkommen trocken in die Dampfcylinder. Der gebrauchte Dampf wird durch das mit vielen Löchern versehene Vertheilungsrohr in die Lauge geleitet und von dieser vollständig aufgenommen. v ist ein Rückschlagsventil, welches verhindert, daß bei abgestelltem Dampfe die Natronlösung in die Cylinder gesaugt wird.

Da die Verdampfung des Wassers im Dampfkessel W um so lebhafter ist, je mehr Berührungspunkte der letztere mit der Natronlauge hat, oder mit anderen Worten, je größer die Heizfläche des Kessels W ist, so ist zur Vergrößerung dieser der Kessel mit einer großen Anzahl nach unten geschlossener (Field'scher) Röhren i i i besetzt, welche von der Natronlauge umspült werden und so eine große Heizfläche abgeben. Im Uebrigen hat diese Locomotive die gewöhnliche Einrichtung.

Wie die Heißwasserlocomotive erfordert auch die Honigmann'sche Locomotive mit Natrondampfkessel eine feststehende Anlage, und zwar

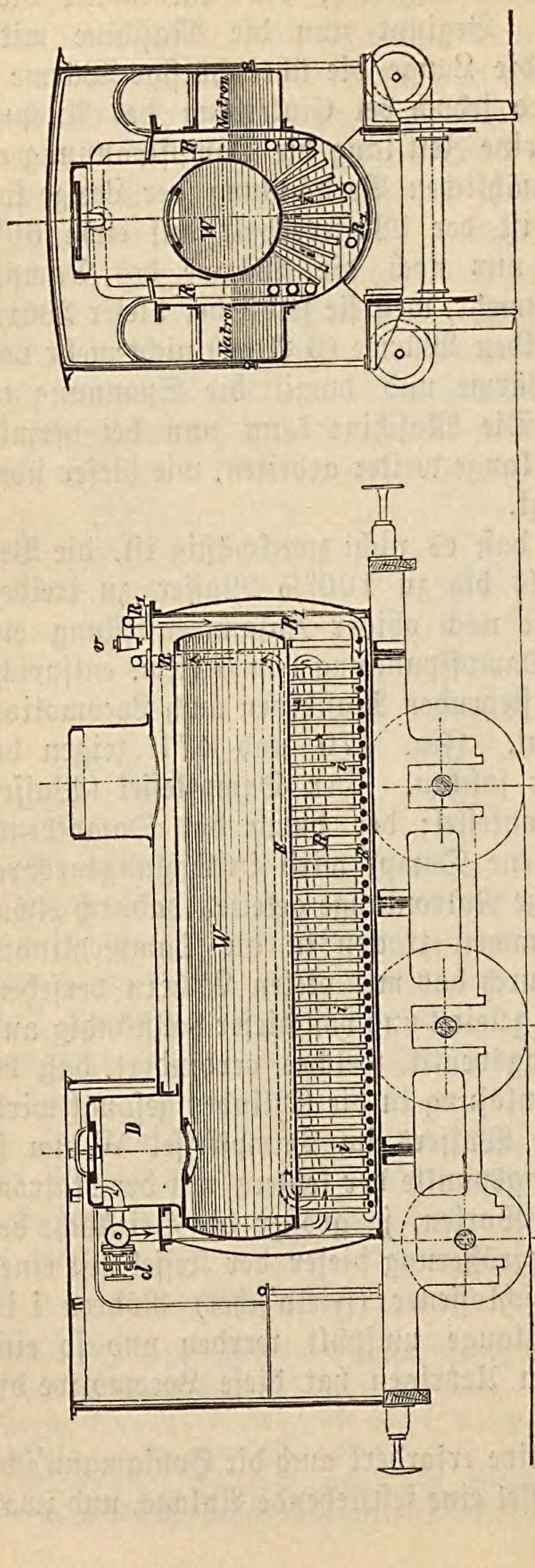



Fig. 570 u. 571.

M. Honigmann's feuerlose Locomotive mit Natron-Dampfkessel.

eine Kesselanlage, welche das heiße Wasser, und eine Abdampfvorrichtung, welche die starke Lauge liefert.

Es ist nicht unbedingt nöthig, wie bei der Heißwasserlocomotive, welche eine Wärmequelle nicht mit sich führt, Wasser von großer Hitze (200⁰) in den Locomotivkessel zu lassen, sondern es genügt eine Wärme von 90⁰ bis 100⁰, da diese sofort beim Einlassen der etwa 220⁰ heißen Natronlauge steigt und sich alsbald eine Dampfspannung von 5—6 Atm. einstellt. Es ist also nicht eigentlich eine feststehende Dampfkesselanlage, sondern nur ein Warmwasserkessel nöthig, der bedeutend billiger in der Beschaffung und Unterhaltung ist.

Die feste Anlage kann so eingerichtet werden, daß Wasser und Natronlauge durch natürlichen Druck in die Locomotive gelangen.

Der Natronkessel der Locomotive kann offen sein, deshalb leicht und einfach gebaut werden, da er einen Druck nicht auszuhalten hat.

Das Gewicht der gezeichneten Locomotive ist rund 26 Tonnen, das des Natrondampfkessels 12 Tonnen, die Natronfüllung wiegt 5500 kg und kann etwa 2500 kg Wasser aufnehmen. Die Betriebsdauer der Locomotive ist 3 Stunden.

Die Natronlocomotive hat die bei der Heißwasser- und Luftlocomotive aufgeführten Vortheile für Eisenbahnen in Städten, Tunnels, Gruben 2c., außerdem gegen jene noch die, daß die Spannung viel länger gleich bleibt und daß die Locomotive geräuschlos arbeitet, da ein Ausstoßen von Dampf nicht stattfindet und die Condensation des Dampfes in der Lauge ruhig und geräuschlos erfolgt.

Die Betriebskosten betreffend, so erfordert das Eindampfen der Natronlauge allerdings etwas mehr Brennstoff, als wenn dieser den Dampf unmittelbar in der gewöhnlichen Weise in der Locomotive erzeugt, gegenüber der Heißwasser- und Luftlocomotive wird jedoch bei der Natronlocomotive eine Ersparniß an Brennmaterial erzielt und dazu kommt jenen Locomotiven gegenüber die wesentlich größere Einfachheit in der Anlage und Betrieb in Betracht, so daß von den „feuerlosen" Locomotiven wohl der Honigmannschen der Vorzug zuerkannt werden muß.

## 26. Der Sandstreuer.

Bei feuchten und schlüpfrigen Schienen kommt es oft vor, daß sich die Räder auf der Stelle drehen, ohne daß der Zug in Gang kommt, oder, wenn er in Bewegung ist, er nur durch das Beharrungsvermögen mit verminderter Geschwindigkeit ohne erhebliche Mitwirkung der Räder, wenngleich sich diese ungemein schnell herumdrehen, fortgeschoben wird; man sagt, die Maschine *schleudert*. In einem solchen Falle ist die Reibung zwischen Radreifen und Schienen zu klein. Zur Vergrößerung der Reibung führen die meisten Locomotiven sog. *Sandstreuer* mit sich, Behälter mit Sand gefüllt, den der Führer in geeigneter Weise, z. B. durch Oeffnen eines Schiebers, durch besondere Röhren vor die Treibräder auf die Schienen bringen kann. Es empfiehlt sich, die Einrichtung so zu treffen, daß mit einem Griffe *beide* Schienen mit Sand bestreut werden, da bei heftig schleudernden Rädern die Achsen bei einseitiger Streuung leicht krumm werden und die Krummzapfen brechen können.

Vor Oeffnung des Sandstreuers sollte der Regulator immer

so weit geschlossen werden, daß das Schleudern aufhört. Wenn die heftig schleudernden Räder plötzlich durch die durch Sand hervorgerufene große Reibung einen Augenblick zum Stillstehen kommen, so können starke, auf Krummzapfen, Bolzen u. s. w. schädliche, zu Brüchen oder doch Anbrüchen Veranlassung gebende sehr starke Rucke in dem Gestänge nicht ausbleiben. Alte Anbrüche, die in der Regel den Führer bei gänzlichem Bruche von Krummzapfen u. s. w. entschuldigen, sind meistens beim Schleudern der Maschine entstanden; es läßt sich äußerst selten feststellen, welcher Führer beim Schleudern ein unrichtiges Verfahren eingeschlagen hat.

Man bringt entweder einen Sandstreuer oben auf dem Langkessel an, von welchem Rohre an beiden Seiten der Maschine den Sand vor die Räder leiten, oder man befestigt zwei Sandstreuer auf den Trittblechen und verbindet deren Schieber durch ein entsprechendes Hebelwerk, so daß sie stets gleichzeitig öffnen und schließen.

Der zu verwendende Sand ist vor dem Gebrauche gehörig zu trocknen — es sollte auf keiner größeren Maschinenstation ein Sandtrockenofen fehlen —, dann ist er zu sieben, um Steine herauszuschaffen; er muß möglichst frei von Lehm und erdigen Bestandtheilen sein, weil diese den Sand zu Klumpen ballen; endlich sind die Sandstreukästen gegen Nässe vollkommen zu schützen.

## 27. Der Führerstand.

§ 105. Die Anbringung von Schutzdächern und Schutzwänden an den Führerständen wird dringend empfohlen.

Der Platz auf der Locomotive, wo sich Führer und Heizer beim Fahren aufhalten, heißt Führerstand. Er befindet sich hinter der Feuerkiste; unmittelbar vor sich hat das Personal den Feuerungsraum mit der Feuerthür, den Regulatorhebel und die Steuerungsschraube, ferner fast die ganze Armatur, namentlich das Wasserstandsglas und die Probirhähne, das Manometer, ein Sicherheitsventil, die Griffe der Gestänge zu den Dampfstrahlpumpen und Cylinderhähnen, zu dem Ausgangsregulator und Sandstreuer, zu den Aschfallklappen u. s. w.; unmittelbar hinter sich findet der Heizer das Brennmaterial, die Feurungswerkzeuge, die Griffe zu den Tenderventilen u. s. w., und zur Seite endlich hat er die Kurbel zur Bremse.

Zum Schutze gegen die Unbilden der Witterung wird in neueren Jahren der Führerstand der Locomotiven mit einem Schutzdache

und Seitenwänden versehen; früher bestand ersteres aus einer einfachen geraden Wand, welche auf der Feuerkiste befestigt und mit zwei Fenstern versehen war; es gewährte nur während der Fahrt Schutz gegen von vorn kommenden Regen und Wind. Später verlängerte man diese Schutzwand und bog sie schirmartig über den Führerstand, so daß sie auch beim Stillstande der Maschine den senkrecht fallenden Regen abhielt, während das Maschinenpersonal demselben bei Seitenwind nach wie vor preisgegeben war.

In neuester Zeit bestehen die Schutzdächer aus einer Vorderwand, zwei Seitenwänden und einem eigentlichen Dache, sie stehen also nur nach dem Tender zu offen. Sie werden meist so breit gemacht, wie es eben geht, und läßt man zu beiden Seiten nur so viel von dem Trittbleche frei, wie nöthig ist, um für die Füße einen Halt zu haben, wenn man vom Führerstande aus vorn nach der Maschine gehen will.

Das Dach ist mindestens so hoch zu machen, daß die größten Maschinisten sich bequem unter demselben bewegen können. Je niedriger das Dach, um so unerträglicher wird im Sommer die Hitze unter demselben.

In der Vorderwand des Schutzdaches sind mindestens zwei Fenster anzubringen, durch welche Führer und Heizer die Bahn übersehen können; reicht das Schutzdach sehr weit nach vorn auf den Hinterkessel, so müssen auch die Seitenwände Fenster haben. Alle müssen nach innen zu öffnen sein, damit auch die Außenseiten vom Führerstande aus gereinigt werden können. Die geschlossenen Fenster legen sich passend gegen Gummischeiben, welche das Klappen während der Fahrt verhindern.

Dicht unter dem Dache, zwischen den Fenstern der Vorderwand, wird zweckmäßig eine kleine Klappe angebracht, bei deren Oeffnung die Wärme unter dem Dache abnimmt, ohne daß das Maschinenpersonal durch Zugwind belästigt wird.

Die Seitenwände sollen nicht viel weiter als der Hinterkessel zurücktreten, da sonst der Führer bei schlechtem Wetter, wenn die Fenster beschlagen sind, zu sehr in der Beobachtung der Bahn behindert wird.

Die Befestigung des Schutzdaches auf den Trittblechen wird durch schmiedeeiserne Säulen weiter abgesteift, welche ihrerseits mit dem Trittbleche verbunden und an den betreffenden Stellen

außerdem noch mit besonderen Consolen, welche eine feste Verbindung mit dem Längsträger vermitteln, versehen sind.

Da der Kessel beim Anheizen der Maschine sich gegen den kalt bleibenden Rahmen nach hinten etwas verschiebt, so muß sich die Vorderwand des Schutzdaches, welche am Kessel und Rahmen befestigt ist, etwas durchbiegen; es ist daher zu empfehlen, die Befestigung auf dem Kessel nur in der Mitte an einer kurzen Stelle vorzunehmen.

Die Anwendung von geräumigen und zweckmäßig gebauten Schutzdächern ist sehr zu empfehlen, sie erleichtern dem Maschinenpersonale den Dienst ungemein und haben für die Verwaltung den großen Vortheil, daß sie ohne Ueberbürdung eine weit bessere Ausnutzung des Maschinenpersonales zulassen.

## 28. Der Tender.

Während die Tenderlocomotiven ihren Vorrath an Wasser und Kohlen mit sich führen, werden die gewöhnlichen Locomotiven mit einem besonderen Fahrzeuge, dem Tender, verbunden, welcher obigen Zweck erfüllt.

Je nach der Stärke der Locomotive und der Gelegenheit, welche der Fahrplan und die auf der Bahn vertheilten Wasser- und Kohlenstationen bieten, Ersatz zu schaffen, ist die Größe der Tender eine andere. Auf der Flachlandstrecke und im Sommer ist der Verbrauch an Wasser und Kohlen weniger stark als auf der Gebirgsstrecke und im Winter, außerdem richtet sich der Kohlenverbrauch auch sehr stark nach der Güte der Kohlen und der Geschicklichkeit und Aufmerksamkeit des Maschinenpersonales.

Im letzten Theile unseres Werkes werden wir eingehender auf diese Frage zurückkommen.

Die größten Tender können 10—12 cbm Wasser und 4000 kg Kohlen fassen. Außer diesen Materialien nimmt der Tender die zum Feuern nöthigen Geräthschaften und viele Werkzeuge auf, welche bei den verschiedenen im Fahrdienste sich einstellenden Vorkommnissen nöthig sind.

Um Zug oder Maschine rasch zum Stehen bringen zu können, ist der Tender mit einer Bremse versehen. Er besteht aus dem Wagen und dem Wasserbehälter; letzterer wird auf jenen gestellt und passend so befestigt, daß er bei Ausbesserungen leicht entfernt werden kann; die Verbindung ist so fest herzustellen, daß der

Wasserbehälter bei Stößen oder Zusammenstößen sich nicht verschieben oder gar gegen die Locomotive rutschen und so das Maschinenpersonal verletzen kann.

§ 111. Alle Abmessungen der Tender müssen innerhalb der in § 88 für Locomotiven vorgeschriebenen Grenzen bleiben*).

§ 114. Die höchsten Punkte der Wasserbehälter dürfen das Maß von 2,750 m über Schienenoberkante nicht überragen.

Die Wasserbehälter sollen an den Untergestellen und die vorhandenen Werkzeuge und Geräthekasten an diesen oder den Wasserbehältern so befestigt sein, daß eine Lösung dieser Befestigung durch heftigen Stoß nicht erfolgen kann.

Der Wagen besteht aus den beiden Längsträgern und den Achsen; die Anzahl der letzteren richtet sich nach dem Gewichte des Tenders mit Zubehör und der Geschwindigkeit, mit welcher er laufen soll, indem dreiachsige Tender ruhiger und sicherer gehen als solche mit nur zwei Achsen.

Rahmen, Achslager und Federn liegen meist außerhalb der Räder.

Da die Lager nur den Zweck haben, das Gewicht des Tenders auf die Achsen zu übertragen, Seitendrücke also nicht oder doch nur unbedeutend vorkommen, so sind Stellkeile unnöthig, und können die Lagerkasten aus Gußeisen bestehen.

Ueber die Ausgleichung der Belastung der Achsen durch Federn und Balanciers, sowie über den Radstand gelten dieselben Regeln wie bei den Locomotiven; auch hier empfiehlt es sich, die Bauart so zu wählen, daß der Tender nur in drei Punkten unterstützt ist; abweichende Anordnungen sind jedoch weniger bedenklich, weil die bei der Locomotive betrachteten störenden Bewegungen nicht vorkommen.

§ 112. Für den Radstand der Tender wird die Einhaltung der für die Locomotiven getroffenen Feststellungen (§ 89) empfohlen. Bei dreiachsigen Tendern empfiehlt sich die Ausgleichung der Belastung durch Einschaltung von Hebeln zwischen den Federhaltern.

Der Wasserbehälter hat eine hufeisenförmige Gestalt, er darf nur so hoch sein, daß der Führer bequem über ihn fortsehen

---

*) § 88 siehe Anhang dieses Theiles.

kann; außerdem ist seine Höhe durch die Höhe der Ausgußöffnungen der Wasserkrahnen, durch welche er gefüllt wird, bedingt. Der innen frei bleibende Raum ist zur Aufnahme des Brennmaterials bestimmt.

Ein größerer Werkzeugkasten befindet sich hinter dem Wasserbehälter und ist während der Fahrt nicht zugänglich, ein zweiter kleiner Kasten wird oben auf den Wasserbehälter gestellt.

Oft ist der Wasserbehälter nach unten hin erweitert, so daß er zwischen die Achsen tritt, wodurch der Wasserraum vergrößert und zugleich der Schwerpunkt des Tenders tiefer gelegt und so des letzteren Stabilität vergrößert wird. Das Wasser aus diesem unteren Raume wird jedoch schwerer durch die Dampfstrahlpumpen angesogen, und macht diese Einrichtung den Bau des Tenders schwieriger.

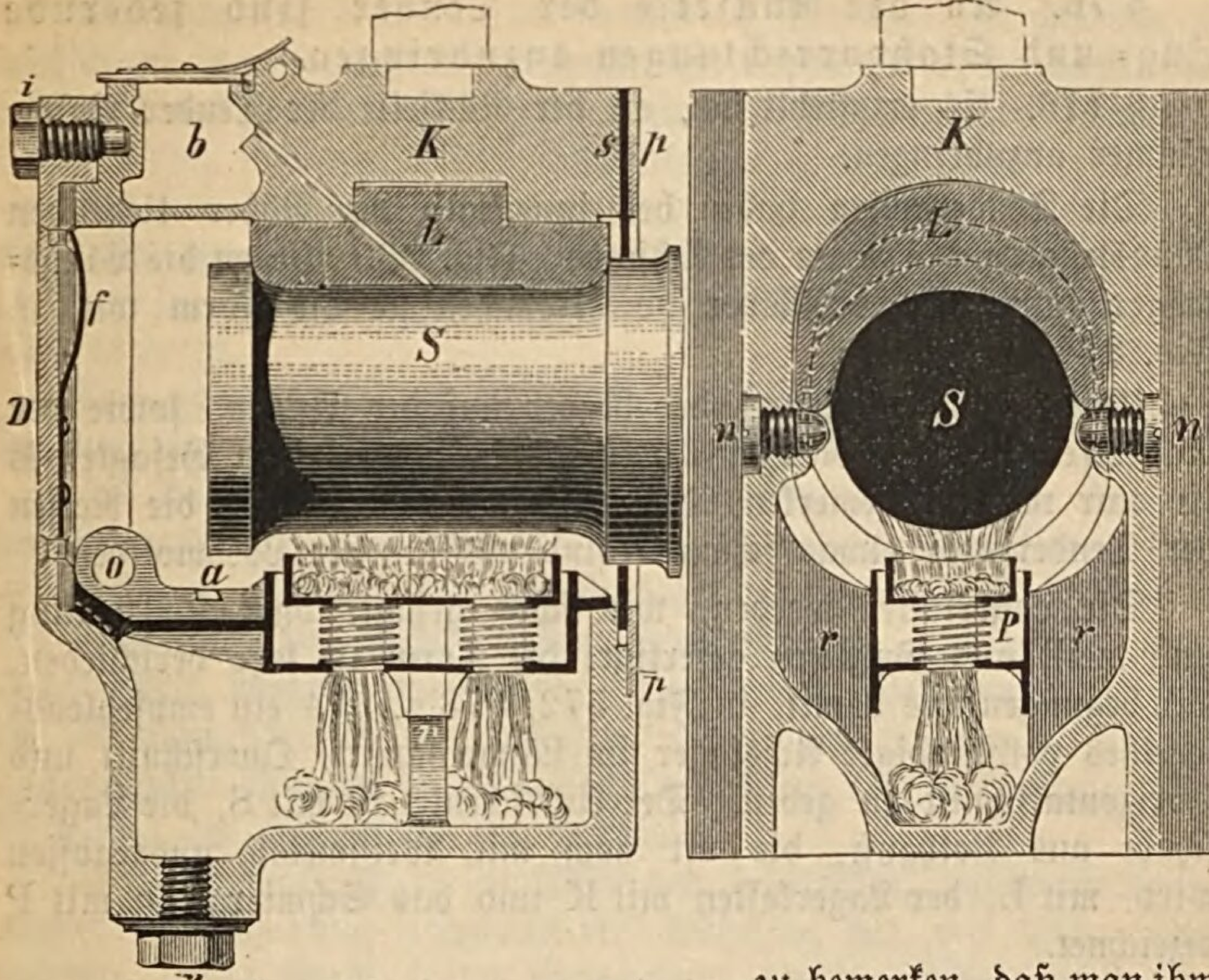
Es ist nicht rathsam, die Tender sehr leicht zu machen, weil die Bremswirkung zu gering wird, wenn Wasser und Kohlen fast verbraucht sind; derselbe Grund macht es rathsam, alle Achsen des Tenders mit Bremsvorrichtung zu versehen.

Die Bauart der Tender ist bedeutend einfacher als die der Locomotiven; vieles, was dort schon beschrieben wurde, wiederholt sich hier und braucht daher nicht mehr besonders behandelt zu werden; wir begnügen uns mit der Darstellung eines Tenders, wie sie auf Taf. III in der Seitenansicht Fig. 7, Vorderansicht Fig. 8, dem Längenschnitt Fig. 9, Querschnitt Fig. 10 und Grundriß Fig. 11 angegeben ist. Zur Verdeutlichung der Einrichtung der Bremse dient der Längenschnitt des eigentlichen Wagens Fig. 9. Die Fig. 572—574 stellen ein Achslager in größerem Maßstabe dar.

Der gezeichnete Tender hat drei Achsen, welche sämmtlich durch hölzerne Bremsklötze k k . . gebremst werden können; die beiden Vorderachsen haben je zwei Balanciers, die durch Balancierfedern verbunden sind; die Hinterachse hat Querbalancier und Querfeder, der ganze Tender ist also nur in drei Punkten unterstützt.

Der Wagen des Tenders wird wie bei den Locomotiven durch die beiden Längsträger gebildet, welche hier aus einfachen Blechen von 15—20 mm Stärke bestehen, oft aber auch doppelt vorkommen; sie werden unter dem Wasserbehälter durch zwischengelegte Bleche Q Q . . und vorn und hinten durch die Zugkasten versteift.

Der vordere Zugkasten hat dieselbe Form wie der in Fig. 358 bis 360 für Locomotiven beschriebene; es ist zu demselben nur noch



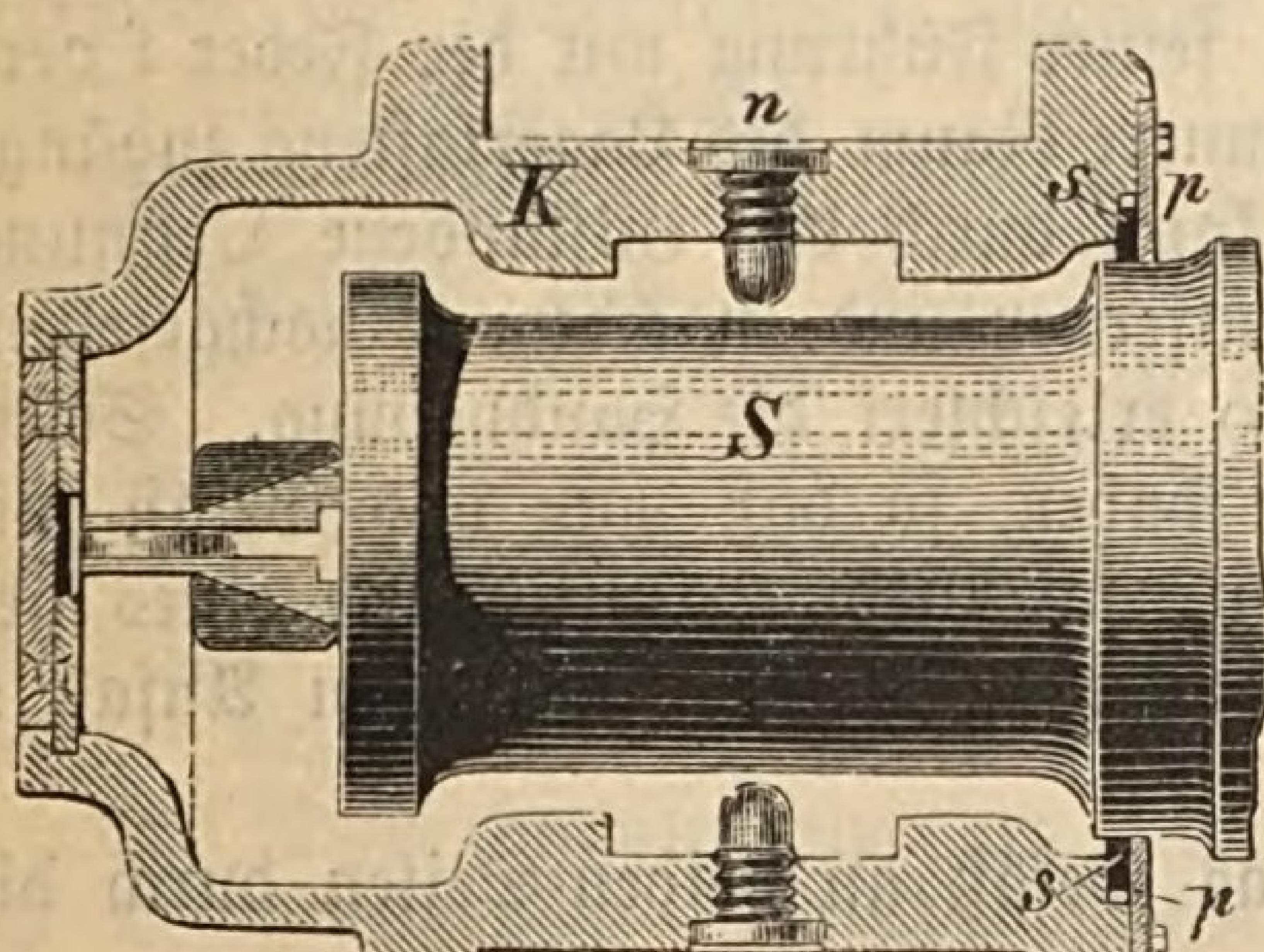




Fig. 572—574. *(1 : 5)*

zu bemerken, daß man ihm keine Stoßfeder und Stoßbuffer giebt, wenn die Locomotive schon mit solchen versehen ist; ebenso brauchen auch die Kuppelstangen nur an einer Seite längliche Löcher für die Kupplungsbolzen zu haben.

Ist in dem hinteren Zugkasten gleichfalls eine Stoßfeder vorhanden, Fig. 9 und 11, Taf. III, so ist diese so lang zu machen, daß sie bis hinter die Bufferstangen tritt und dort die sonst üblichen Schneckenfedern ersetzt. Die Einrichtnng ist so zu treffen, daß sich diese Stoßfeder beim Anziehen der Locomotive spannt, weil dadurch das leichte Brechen der Zughaken vermieden wird.

§ 76. An der Rückseite der Tender sind federnde Zug- und Stoßvorrichtungen anzubringen.

§ 116. Es empfiehlt sich, an der Rückseite der Tender Bahnräumer anzubringen.

Die Tenderachsen haben bei innerhalb der Räder liegenden Längsträgern die Form der Achse nach Fig. 369, liegen die Längsträger außerhalb der Räder, so bekommen sie die Form wie in Fig. 374.

Ueber die Befestigung der Räder auf den Achsen, sowie der Radreifen auf den Radgestellen gilt das schon früher Gesagte, es ist nur noch zu bemerken, daß auf manchen Bahnen die Reifen der Tenderräder etwas schmäler sind als die der Locomotiven.

Die Lagerkasten werden, wie schon gesagt, ohne Keilstellung und meist aus Gußeisen gefertigt; die Form ist sehr verschieden, wir begnügen uns damit, in Fig. 572, 573 u. 574 ein empfehlenswerthes vollständiges Achslager im Längenschnitt, Querschnitt und Horizontalschnitt zu geben. Der Achsschenkel ist mit S, die Lagerschale aus Rothguß, die oft noch mit Weißmetall ausgegossen wird, mit L, der Lagerkasten mit K und das Schmiergefäß mit P bezeichnet.

Nach Lösung der Schraube i kann der Schieber D, welcher zur Verhütung des Klapperns in seiner Führung mit der Feder f versehen ist, entfernt und der innere Raum des Lagerkastens zugänglich gemacht werden. Man kann durch die entstandene Oeffnung bequem das Schmiergefäß P entfernen und, nachdem es nachgesehen, wieder einlegen. Das Auge o erleichtert die Handhabung. Sollte sich das Lager heiß gelaufen haben, so daß man das Gefäß mit der Hand nicht anfassen kann, so wird es mit Hülfe eines gebogenen Drahtes, mit welchem man unter den kleinen Ansatz a faßt, herausgezogen.

Gegen Umkippen wird das Gefäß an beiden Seiten durch die Rippen r r gehalten.

Das gebrauchte schlechte Oel fließt in den unteren Raum des Lagerkastens und kann nach Entfernung der Mutter m leicht beseitigt werden.

Wird die Scheibe s und die Platte p, durch welche diese gehalten wird, fortgenommen, so kann der ganze Lagerkasten etwas gehoben und von dem Schenkel abgezogen werden.

Die Lagerschale L ist zur Verhütung seitlicher Verschiebungen mit einer in den Lagerkasten passenden Rippe versehen; damit sie sich nicht auf dem Schenkel versetzen oder bei Entgleisungen herunterfallen kann, sind die beiden Schrauben n n angebracht.

Um bei unbrauchbar gewordenen Schmierpolstern doch noch schmieren zu können, ist bei b ein zweiter Behälter angebracht, welcher in bekannter Weise durch einen Docht den Schenkel mit Oel versorgt.

Das ganze Achslager ist im betriebsfähigen Zustande geschlossen und der Schenkel daher gegen Staub und Sand geschützt.

Die Anordnung der Tenderfeder geht deutlich aus der Seitenansicht und dem Querschnitte hervor, sie weicht dadurch von den beschriebenen Anordnungen bei Locomotiven ab, daß die Regelung der Federspannung nicht an den Federgehängen, sondern an den Federstützen vorgenommen wird. Der untere Theil dieser Stützen ist mit Schraubengewinde versehen, und stützen sich die auf diesem angebrachten Muttern auf den Achslagerkasten und ermöglichen die Regelung der Spannung der Federn.

Der Balancier ist in der Mitte der Federstütze, welche an ihrer oberen Verlängerung nochmals eine Führung hat, mit dieser verbunden. Die Wahl dieser Anordnung wurde nöthig, weil der oberhalb des Längsträgers liegende Wasserbehälter dort allen Raum allein beansprucht.

Die Anbringung der hinteren Querfeder ist aus der Querschnittszeichnung, Fig. 10, Tafel III, ersichtlich. Um für den Querbalancier Platz zu schaffen, ist der Wasserbehälter, wie in dem Längenschnitt des Tenders zu ersehen, etwas ausgeschnitten. Der Balancier wird durch die Federstützen getragen und mit der Feder durch zwei Gehänge verbunden. Die Feder selbst hängt in den mit $Q^1$ bezeichneten Blechen.

Der Wasserbehälter ragt an beiden Seiten des Tenders ziemlich bedeutend über das Wagengestell hinaus, es sind daher zu seiner besseren Unterstützung noch besondere mit C bezeichnete Consolen angebracht; zwischen den Längsträgern ruht er auf den Querträgern Q, welche oben mit Winkeleisen eingefaßt sind.

Man setzt meist den Wasserbehälter unmittelbar auf den Wagen und deckt nur die frei bleibenden Stellen, also besonders den mittleren, zur Aufnahme von Kohlen dienenden Raum, mit besonderen Blechtafeln ab. Der Wasserbehälter wird durch ein Winkeleisen

eingefaßt, welches sicher auf dem Tendergestelle befestigt ist und die Lösung des Wasserbehälters von demselben verhindert. Diese Winkeleisen sind häufig mit dem Wasserbehälter vernietet, häufig aber steht letzterer nur lose zwischen denselben und wird in senkrechter Richtung einzig durch die Consolen gehalten.

Die langen Wände des Wasserbehälters müssen, damit sie sich durch den Wasserdruck nicht ausbauchen, abgesteift werden, welche Absteifung durch aufgenietete Winkeleisen erreicht werden kann; besser ist es jedoch, wenn an einigen Stellen Querbleche zwischen den gegenüberstehenden Wänden angebracht werden, welche aber nicht ganz bis auf den Boden reichen dürfen, da sie sonst den Umlauf des Wassers hindern. Solche Querbleche steifen die Wände vollkommener ab und verhüten zugleich starke Schwankungen der ganzen Wassermasse, wenn Geschwindigkeitsänderungen in der Fahrt eintreten, oder wenn der Tender bei schlechter Gleisanlage sehr unruhig läuft.

Zum Füllen mit Wasser ist der Wasserbehälter hinten mit dem durch den Deckel verschließbaren Ansatz A versehen; bei manchen Tendern, besonders bei solchen, welche für Torf eingerichtet sind, kommt diese Einflußöffnung doppelt vor und liegt dann an beiden Seiten des Tenders, welcher, um den Fassungsraum für obiges Brennmaterial zu vergrößern, einen hohen Aufbau erhält.

Zur Erkennung des Wasserstandes im Tender ist entweder eine Schwimmvorrichtung mit Zeiger oder, wie bei Locomotiven, ein Wasserstandsglas angebracht, welches letztere jedoch ziemlich lang ausfällt und daher leicht zerbricht.

Bei Kohlentendern pflegt man die äußeren Bleche des Wasserbehälters nach oben etwas überstehen zu lassen, man erhält dadurch einen größeren Laderaum für die Kohlen, welche zum Theil mit anderen Gegenständen auf dem Wasserbehälter Platz finden, ohne befürchten zu müssen, sie zu verlieren.

Die Röhren r r leiten das Wasser von dem Tender zu den Pumpen und Dampfstrahlpumpen der Locomotive; sie werden durch im Boden des Tenders angebrachte Ventile geschlossen, welche durch die mit v bezeichneten Kurbeln vom Führer geöffnet werden können.

§ 83. Sämmtliche Tender sind mit festen Stützen zur Anbringung der durch § 180 vorgeschriebenen Signale zu versehen.

Die beiden Werkzeugkasten sind deutlich ersichtlich; der kleinere, welcher oben auf dem Wasserbehälter steht und mit diesem fest verbunden ist, damit er bei Stößen nicht fortgeschoben wird, ist im Grundrisse des Tenders fortgelassen, der größere befindet sich hinter dem Wasserbehälter über den Buffern. Er ist zweitheilig: der vordere Raum ist nach Oeffnung des Deckels zugänglich, der untere nach Oeffnung der in der Seitenansicht des Tenders erkennbaren Thüre.

Zum leichteren Besteigen des Tenders sind sowohl hinten als vorn mit T bezeichnete Tritte und Handgriffe h angebracht.

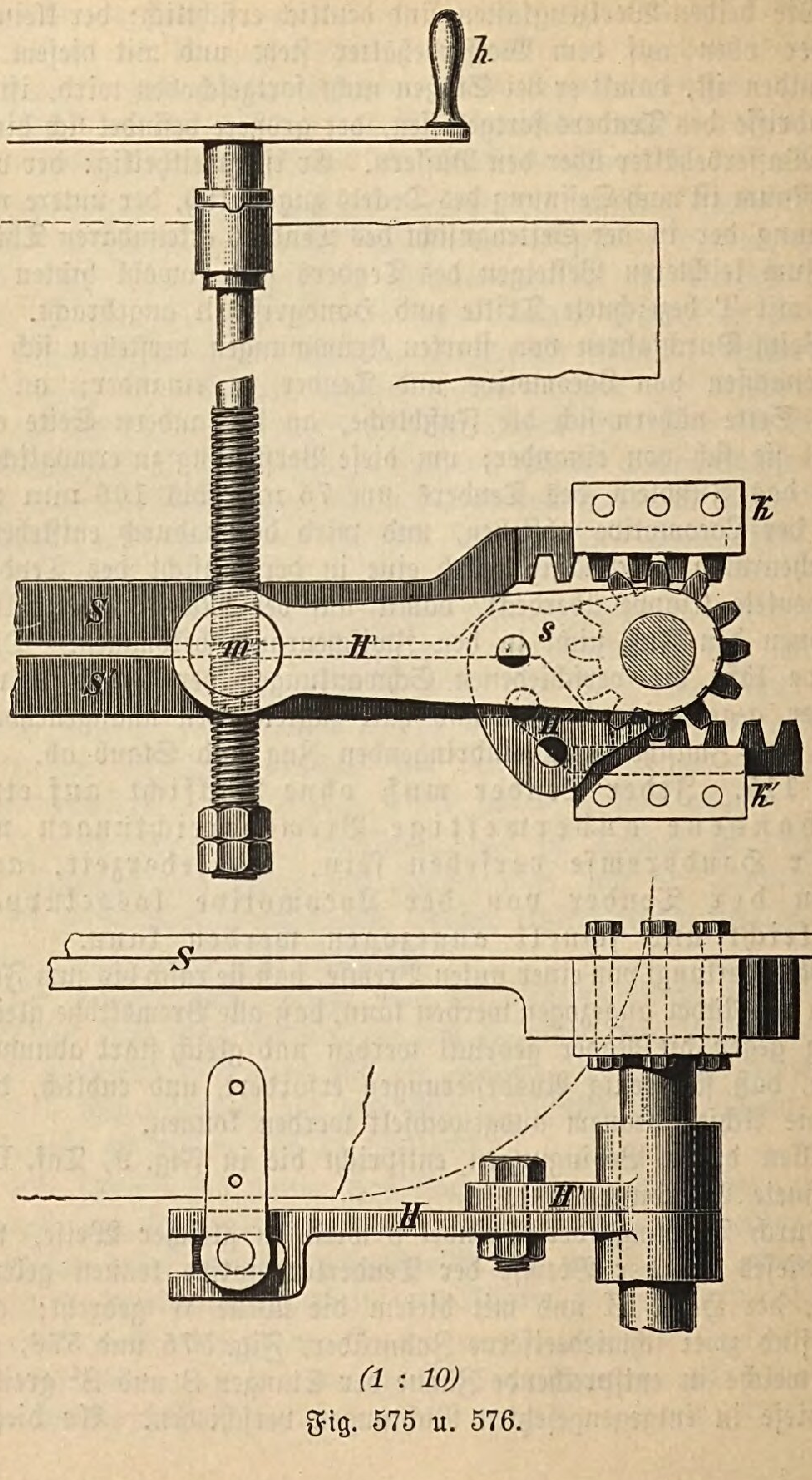
Beim Durchfahren von starken Krümmungen verstellen sich die Längenachsen von Locomotive und Tender zu einander; an der einen Seite nähern sich die Fußbleche, an der andern Seite entfernen sie sich von einander; um diese Verstellung zu ermöglichen, muß das Fußblech des Tenders um 75 mm bis 100 mm von dem der Locomotive abstehen, und wird der dadurch entstehende Zwischenraum zweckmäßig durch eine in der Ansicht des Tenders angedeutete Klappe überdeckt, damit auf der Maschine befindliche Personen den Fuß nicht in den Zwischenraum bekommen. Diese Klappe läßt die verschiedenen Schwankungen der Maschine und Tender gegen einander zu und hält zugleich den unangenehmen, durch den Zwischenraum eindringenden Zug und Staub ab.

§ 115. Jeder Tender muß ohne Rücksicht auf etwa vorhandene anderweitige Bremsvorrichtungen mit einer Handbremse versehen sein, die jederzeit, auch wenn der Tender von der Locomotive losgekuppelt ist, leicht und schnell angezogen werden kann.

Man verlangt von einer guten Bremse, daß sie rasch bis zum Feststellen der Räder angezogen werden kann, daß alle Bremsklötze gleichmäßig gegen die Räder gedrückt werden und gleich stark abnutzen; ferner, daß sie wenig Ausbesserungen erfordert, und endlich, daß einzelne Achsen bequem ausgewechselt werden können.

Allen diesen Bedingungen entspricht die in Fig. 9, Taf. III, gezeichnete Anordnung gut.

Durch Drehung der Spindel s wird in gleicher Weise, wie wir dieses bei der Bremse der Tenderlocomotive kennen gelernt haben, der Hebel H und mit diesem die Welle W gedreht; auf diese sind zwei schmiedeeiserne Zahnräder, Fig. 575 und 576, gekeilt, welche in entsprechende Zähne der Stangen S und $S^1$ greifen und diese in entgegengesetzten Richtungen verschieben. An diesen




(1 : 10)

Fig. 575 u. 576.

Stangen S, welche durch den Bügel F geführt werden, und welche sich dort, wo die Zahnräder angreifen, gegen eiserne Kolben K legen, sind die schmiedeeisernen Halter E E . . für die Bremsklötze durch Schrauben befestigt; die Löcher sind in diesen Haltern etwas länglich angeordnet, so daß ein geringes Versetzen der Bremsklötze nach deren Abnutzung möglich ist. Eine weitere Vorrichtung, eine Nachstellung vorzunehmen, zeigt die Fig. 575 in etwa $^1/_{10}$ der natürlichen Größe.

Der Hebel $H^1$ sitzt fest auf der Welle, während der Hebel H sich auf derselben drehen kann. Beide Hebel sind durch die Schraube s mit einander verbunden, so daß sie sich gemeinschaftlich bewegen; der Hebel $H^1$ ist mit drei Löchern versehen, welche einzeln zu obiger Verbindung zu benutzen sind, und kann man beiden Hebeln drei den verschiedenen Abnutzungen der Bremsklötze entsprechende Stellungen zu einander geben.

Die Bremsspindel stützt sich so durch eine Nase auf die an dem Wasserbehälter befestigte Führung, daß sie sich etwas schräg stellen kann, entsprechend dem Kreisbogen, in welchem sich die Mutter m bewegt. Der Handgriff zum Anziehen der Bremse ist mit h bezeichnet und im Grundrisse fortgelassen.

Durch Anwendung von Schmiedeeisen zu den Zahnrädern und Stangen kann die ganze Anordnung der Bremse sehr fest gemacht werden, und sind dann Brüche so leicht nicht zu befürchten; die Einrichtung ist einfach, sie kann nicht leicht und nur verhältnißmäßig wenig todten Gang bekommen, wirkt daher rasch und gleichmäßig auf alle Bremsklötze; endlich läßt sie ohne Weiteres die Auswechselung einzelner Achsen zu.

Statt die Mutter m in das Auge des Hebels H zu legen, findet man dieselbe nebst dem Gewinde der Spindel oft oben, dicht unter dem Handgriffe, angebracht, sie wird durch eine Führung verhindert, sich mit der Spindel zu drehen, verschiebt sich also beim Drehen auf dieser und bewegt durch zwei Zugstangen, welche sie mit dem Hebel H verbinden, diesen und die Bremswelle.

Bei dieser Anordnung ist die Bremsspindel am unteren Ende durch ein Lager gestützt. Da der Punkt m des Hebels H sich in einem Kreisbogen bewegt, so fallen die Richtungen der Zugstangen und die der Bremsspindel nicht zusammen, die Zugstangen suchen daher diese zu biegen, was wohl als ein Nachtheil dieser Anordnung angesehen werden kann, abgesehen davon, daß eine besondere

Führung und zwei Zugstangen nöthig werden. Ein Vortheil ist, daß die Schraubenspindel oben weniger durch Kohlenstaub ꝛc. beschmutzt wird und bequemer geölt werden kann.

## 29. Neuere Bremsvorrichtungen.

Je größer die Geschwindigkeit eines Zuges ist und je häufiger, ohne vorher aufmerksam gemacht zu sein, der Locomotivführer den Zug plötzlich möglichst schnell zum Halten oder doch in eine ermäßigte Geschwindigkeit bringen muß, um so wünschenswerther sind schnell und kräftig wirkende Bremsen. Diese werden bei Güterzügen fast überall und bei Personenzügen mit noch wenigen Ausnahmen einzeln von Bremsern bedient. Letztere werden von dem Locomotivführer durch Signale mit der Dampfpfeife angewiesen, wann und wie sie die Bremsen handhaben sollen. Dem Führer selbst steht die Tenderbremse und Gegendampf, zuweilen auch eine Dampfbremse zu Gebote.

Abgesehen davon, daß die allgemein im Gebrauche befindlichen Handbremsen nicht selten betr. der Anordnung an sich, insbesondere aber bei sonst zweckmäßiger Einrichtung, deren Zustand häufig viel zu wünschen übrig lassen, so daß oft eine genügende Bremswirkung damit nicht zu erzielen ist, geht durch das Geben der Bremssignale, sowie durch das Verstehen und Nachkommen derselben viel Zeit verloren, welche, auch nur zu einigen Secunden gerechnet, bei einer Geschwindigkeit des Zuges von 75 km und mehr sehr verhängnißvoll werden kann. Daß außerdem auf eine große Aufmerksamkeit seitens der Bremser nicht immer zu rechnen ist, daß dieselben ferner in den oft geschlossenen Bremserhäuschen im Winter, eingehüllt in Pelz und Shawl, unter Umständen, bei widrigem Winde, langen Zügen ꝛc., die Signale der Dampfpfeife kaum hören können, ist jedem Betriebsbeamten zur Genüge bekannt.

In Amerika, an dessen Bahnen Wegeabschlüsse nicht vorhanden sind, so daß unbeaufsichtigtes Vieh, unaufmerksam geleitete Gespanne ꝛc. jederzeit den Bahnkörper betreten können, wo andere Hindernisse in den Bahngleisen, wie herabgestürzte Felsblöcke, durch Sturm niedergelegte Bäume ꝛc., nicht zu den Seltenheiten gehören, wo Bahnkreuzungen in Schienenhöhe ausdrücklich erlaubt sind, wo ferner mit den vorauffahrenden Zügen im Allgemeinen keine Stationsentfernung gehalten wird, wo endlich hörbare und sichtbare Signale und Bahnwärter, die zur Vorsicht mahnen oder

Zeichen zum Anhalten geben, gar nicht oder nur an verhältnißmäßig wenigen Stellen vorhanden sind: war das Bedürfniß nach schnell wirkenden und kräftigen Bremsen stets größer als in Europa, wenngleich hier im Allgemeinen mit einer größeren Geschwindigkeit als in Amerika gefahren wird. In diesem Lande tauchten denn auch zuerst solche Bremsvorrichtungen auf, welche dem Führer ermöglichten, sofort im ersten Augenblicke der Gefahr vom Führerstande aus ohne Hülfe von Bremsern alle Bremsen im Zuge durch einen Griff in einem Augenblick in Thätigkeit zu setzen, und so den Zug in weniger als der Hälfte der Zeit als bei dem gewöhnlichen Bremsverfahren zum Halten zu bringen. Auf einigen amerikanischen Bahnen war zuerst eine sog. Vacuumbremse im Gebrauche, später die Luftdruckbremse von Westinghouse, welche beide wohl anderen Bremsen von Steel, Smith und Sander, zum Vorbilde gedient haben*). In Deutschland erfand Heberlein eine von den vorigen verschiedene neue Bremse.

## Westinghouse-Luftdruckbremse.

Unter Zuhülfenahme von Figuren soll die Einrichtung dieser Bremse deutlich gemacht werden. In Fig. 577 und 578 ist a eine an dem Locomotivkessel befestigte kleine Luftpumpe, betrieben durch dem Dampfdome entnommenen und durch das Zuleitungsrohr o zugeführten Dampf, welcher gebraucht durch das Ausströmungsrohr i i in den Schornstein entweicht. Diese Luftpumpe saugt durch ein Sieb atmosphärische Luft an und drückt sie durch die Leitung n n in den unter dem Führerstande liegenden Hauptluftbehälter L, wo sie auf 4—8 Atm. zusammengepreßt wird. Ein Manometer zeigt die Spannung an, und ein Sicherheitsventil verhindert einen unzulässigen Ueberdruck. Jedes Fahrzeug, das gebremst werden soll, also die Locomotive, der Tender und jeder Bremswagen hat einen kleineren Hülfsluftbehälter l, welche alle, wie auch die Hauptleitung r r r . . . mit gepreßter Luft gefüllt werden, indem sie mit dem Hauptluftbehälter in Verbindung stehen. Außerdem hat jedes zu bremsende Fahrzeug einen Bremscylinder b (die Locomotive hat auf jeder Seite einen), welcher mit dem betr. kleineren Luftcylinder in Verbindung steht. Wagen, welche nicht gebremst werden sollen, haben nur die Hauptleitung

*) Carpenter-Bremse siehe weiter.

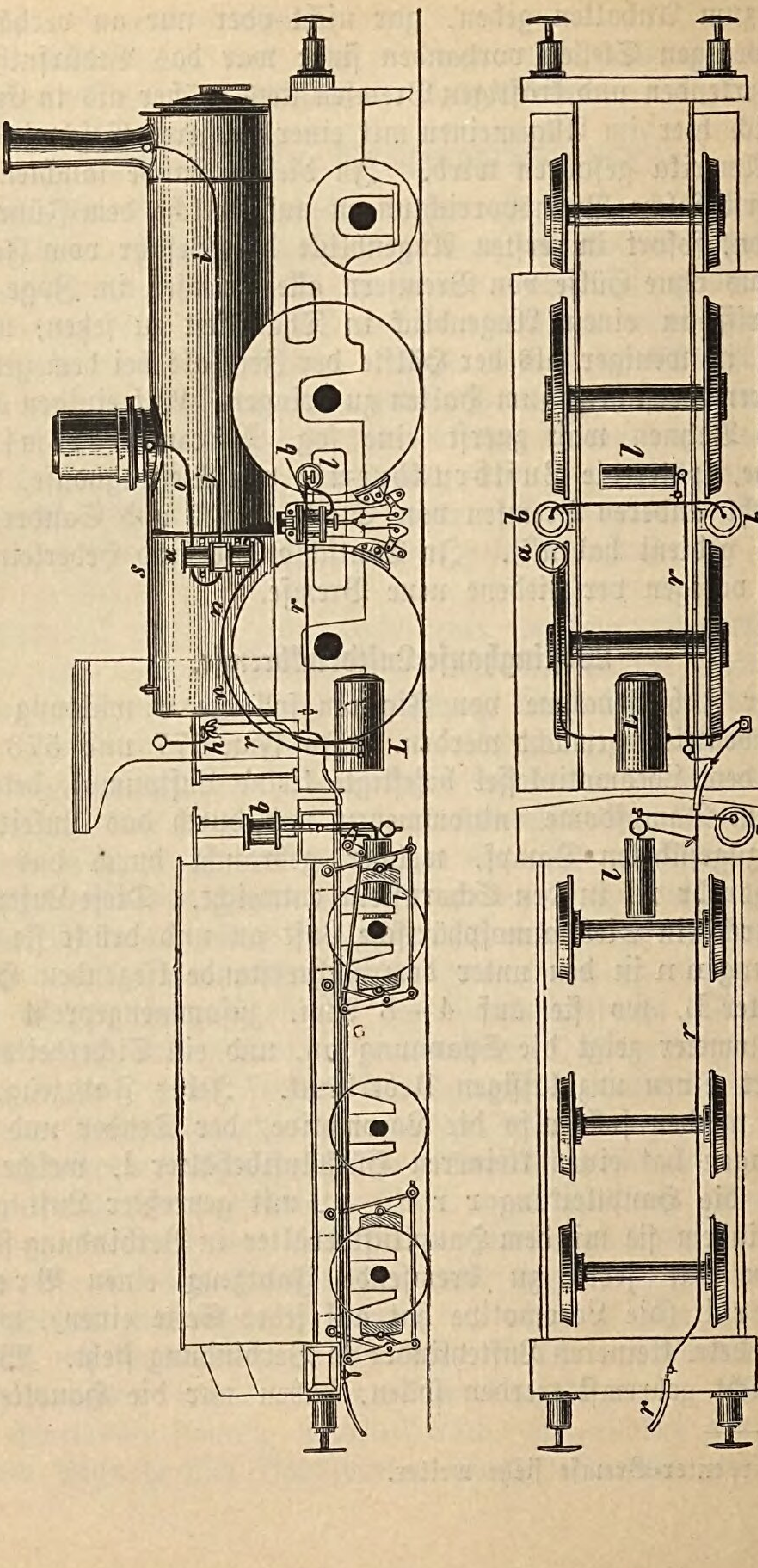


Fig. 577 u. 578.

**Locomotive mit Westinghouse-Luftdruckbremse.**

zur Fortführung der gepreßten Luft. In dem Bremscylinder befindet sich ein beweglicher Kolben, dessen Stange an einen Hebel mit Zugstangen z z . . . greift, Fig. 579 und 580, welche nach den Bremshebeln führen.

Bei offenen Bremsen befindet sich in dem Bremscylinder keine gepreßte Luft, indem ein in der nach dem Luftcylinder l führenden Leitung t befindliches selbstthätiges Ventil v, auch Kolbenschieber genannt, Fig. 583, die gepreßte Luft des Luftcylinders von demselben absperrt. Die luftdichte Verbindung der Hauptleitung zwischen den einzelnen Fahrzeugen wird durch Gummischläuche bewirkt, deren Enden schnell in einander zu fügende metallene Kuppelungen haben. An jedem Ende des Wagens hat der Schlauch noch einen besonderen gewöhnlichen Hahn, welcher geschlossen werden muß, wenn ein weiterer Bremswagen nicht folgt, immer also am letzten Wagen. Wenn die Locomotive leer fährt, ist dieser Hahn am Tenderschlauche ebenfalls geschlossen zu halten.

Die Kuppelungen sind auch so eingerichtet, daß bei dem Ineinanderfügen die Schläuche sich öffnen und bei dem Lösen sich schließen, es ist also dann ein besonderer Abschlußhahn nicht mehr erforderlich.

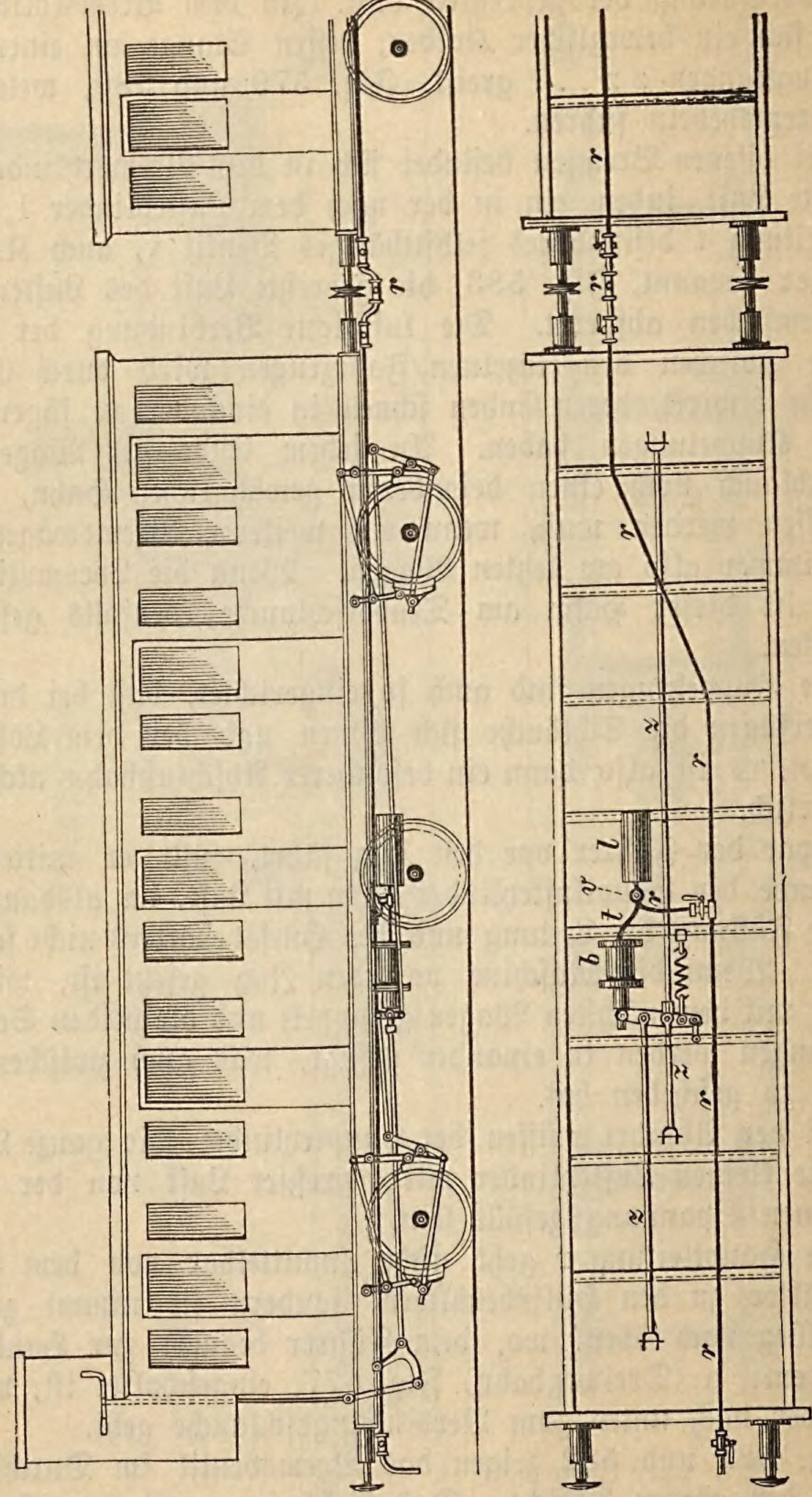
Bevor der Führer vor den Zug fährt, füllt er mittelst der Luftpumpe den Hauptluftcylinder schon mit Luft, da alsdann nachher die Füllung der Leitung und des Hülfsbehälters nicht so lange dauert. Wenn die Maschine vor den Zug gesetzt ist, wird der Tender mit dem nächsten Wagen gekuppelt und die beiden Schlauchkuppelungen werden in einander gefügt, was auch zwischen allen Wagen zu geschehen hat.

Bei der Abfahrt müssen der Hauptcylinder, die ganze Leitung und alle kleinen Luftcylinder mit gepreßter Luft von der vorgeschriebenen Spannung gefüllt sein.

Die Hauptleitung r geht nicht unmittelbar von dem Hauptluftbehälter zu den Hülfsbehältern, sondern sie nimmt zunächst ihren Weg nach oben, wo, dem Führer bequem zur Hand, das Bremsventil h (Dreiweghahn) Fig. 577, eingeschaltet ist, von wo sie wieder nach unten zum Verbindungsschlauche geht.

Fig. 581 und 582 zeigen das Bremsventil im Durchschnitte und in der oberen Ansicht. Das Gehäuse g mit dem Hahne n hat drei Ansätze, a führt zum Hauptluftbehälter, b nach der Haupt-

Fig. 579 und 580.



Wagen mit Westinghouse-Luftdruckbremse.

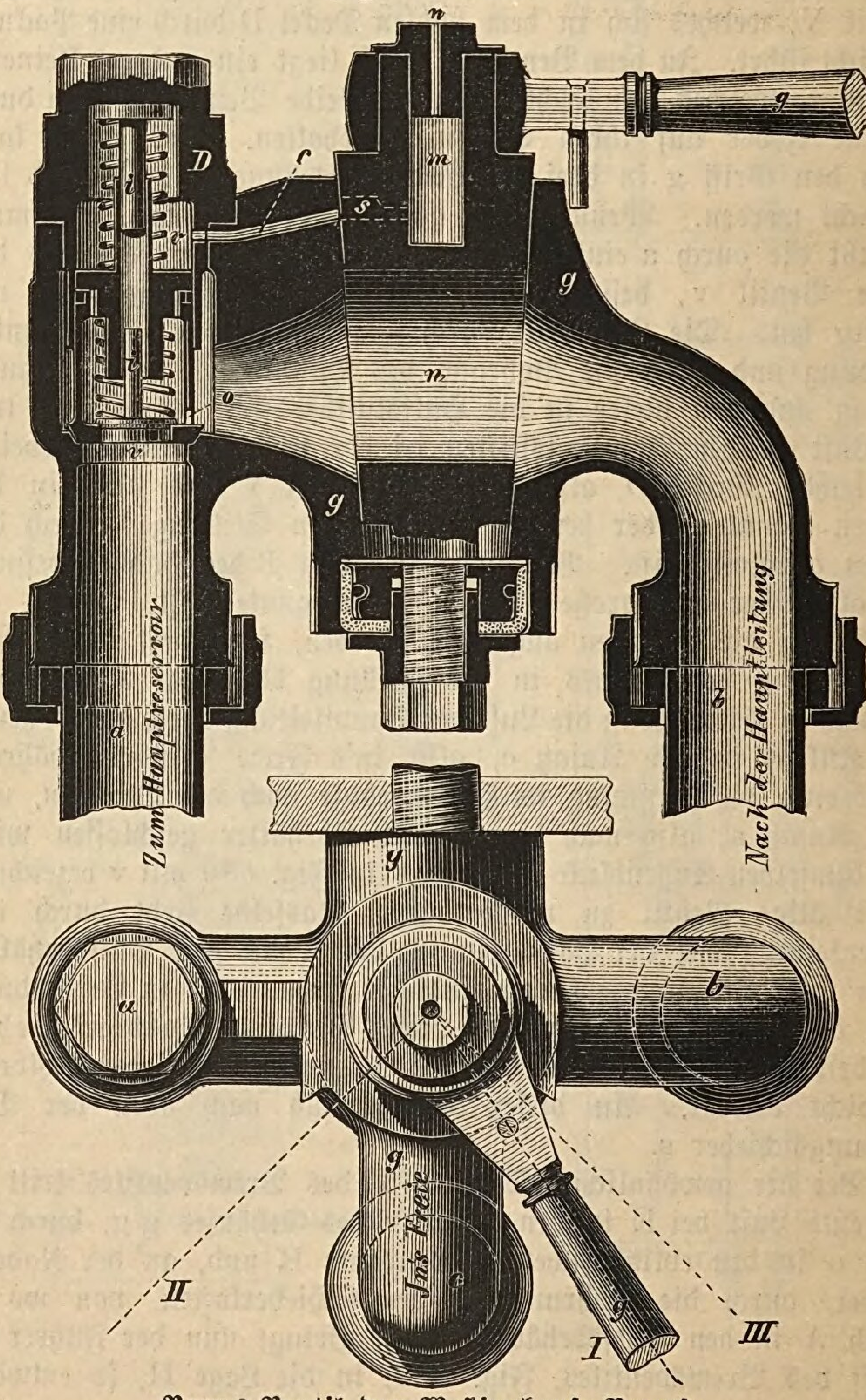
leitung und c in's Freie. Da die gepreßte Luft von dem Hauptluftbehälter in die Hauptleitung gelangt, so muß sie also durch das Bremsventil. In dem Ansatze a desselben liegt das größere Ventil V, welches sich in dem hohlen Deckel D durch eine Packung luftdicht führt. In dem Ventile V selbst liegt ein anderes kleineres Ventil v, welches sich leicht bewegt. Beide Ventile werden durch je eine Feder auf ihren Sitz niedergehalten. Der Hahn kann durch den Griff g in drei verschiedene Stellungen, I, II und III, gebracht werden. Wenn er die gewöhnliche Stellung I einnimmt, so hebt die durch a einströmende Luft des Hauptluftbehälters das kleine Ventil v, dessen Feder eine Spannung von etwa nur 0,6 kg hat. Die Luft tritt durch das kleine Loch o der Ventilwandung und durch die Bohrung des Hahnkükens in die Hauptleitung und von dieser in die Hülfsluftbehälter. Außerdem tritt die Luft an den Führungsstiften i i der beiden Ventile vorbei in den hohlen Deckel D, also über das Ventil V und auch in den kleinen Kanal c, der bei der gewöhnlichen Stellung I durch das Küken geschlossen ist. Bei dieser Stellung I des Hahnes befindet sich also über dem großen Ventil V gespannte Luft.

Sollen die Bremsen angezogen werden, so bringt der Führer den Griff g des Hahnes in die Stellung II. Das Küken wird dadurch so gestellt, daß die Luft der Hauptleitung durch die Bohrung des Kükens in den Ansatz c, also in's Freie geführt, während gleichzeitig die Oeffnung im Hahngehäuse nach den Ventilen, nach dem Ansatz a, also nach dem Hauptluftbehälter geschlossen wird. In demselben Augenblicke fängt das in Fig. 580 mit v bezeichnete selbstthätige Ventil zu wirken an. Dasselbe steht durch eine Nebenleitung mit der Hauptleitung, bei A mit dem Hülfsbehälter, dann mit dem Bremscylinder und der freien Luft in Verbindung. Fig. 583 zeigt den Durchschnitt dieses Ventiles, Kolbenschieber. Es besteht aus dem Gehäuse g g g, in welchem sich der Kolben k luftdicht bewegt. An diesen schließt sich nach oben der Vertheilungsschieber s.

Bei der gewöhnlichen Stellung I des Bremsventiles tritt die gepreßte Luft bei E in den Raum r des Gehäuses g g, durch das Loch o in den cylindrischen Kolbenraum R und, an der Nadel n vorbei, durch die Bohrung in den Schieberkasten, von wo sie durch A in den Hülfsbehälter fließt. Bringt nun der Führer den Griff des Bremsventiles, Fig. 582, in die Lage II, so entweicht

die Luft aus r und R durch die Hauptleitung in's Freie, so daß in dem Schieberkasten ein Ueberdruck der gespannten Luft entsteht.

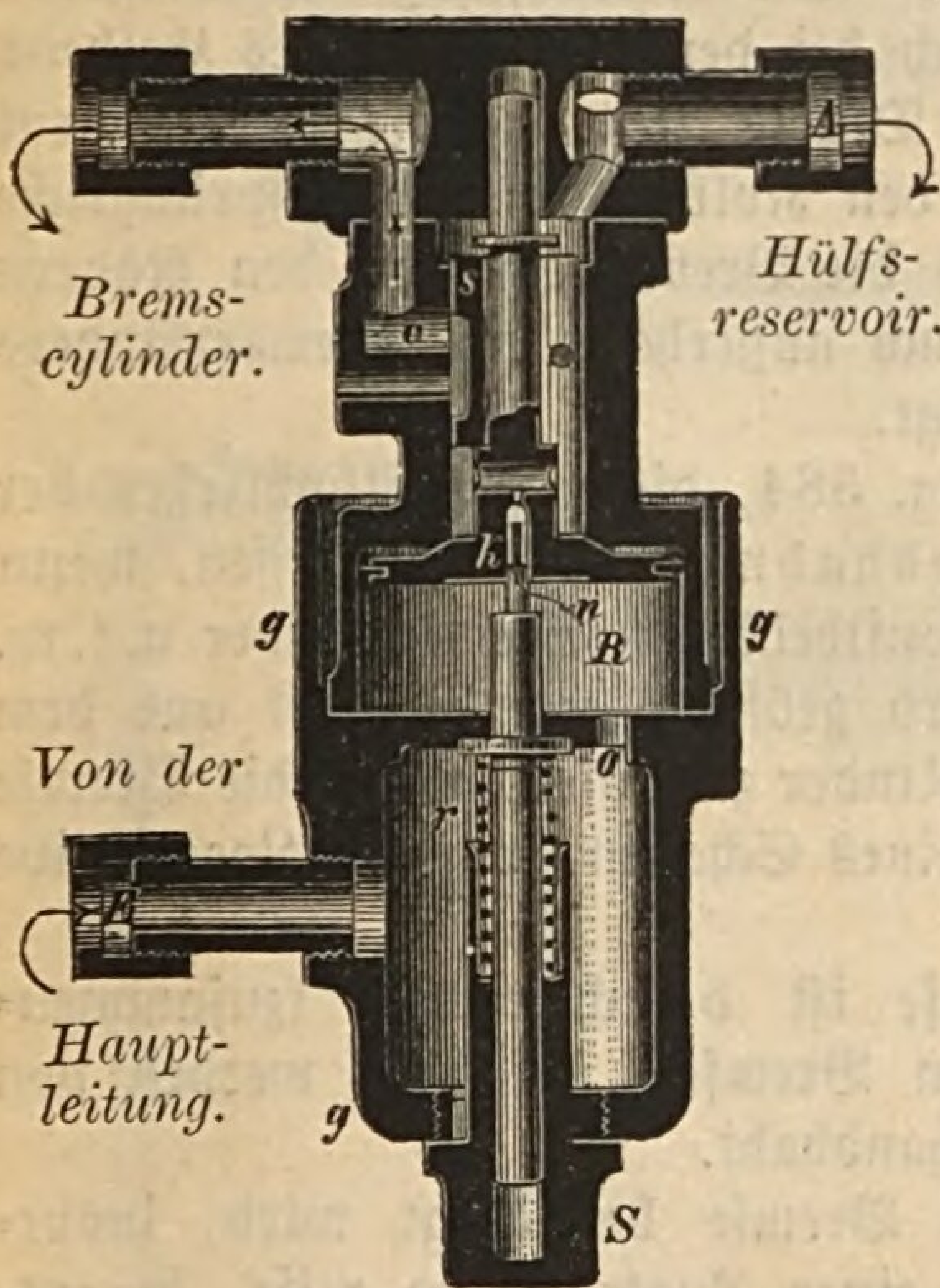
Fig. 581 u. 582.




Brems=Ventil der Westinghouse=Bremse.

Der Kolben wird nach unten gedrückt, die Nadel n schließt das darüberliegende kleine Loch im Kolben; mit dem Kolben bewegt sich auch der Schieber nach unten und macht den Kanal c nach dem Bremscylinder frei, in den nun die gepreßte Luft aus dem Hülfsbehälter nachfließt und den Kolben fortschiebt, welcher die Bremsung bewirkt.

Fig. 583.




**Kolbenschieber der Westinghouse-Bremse.**

Wenn die Bremsen gelöst werden sollen, so bringt der Führer den Hahngriff des Bremsventiles in die Stellung III, Fig. 582. Ein punktirt gezeichneter Schlitz s des Kükens tritt mit dem Kanale c in Verbindung, die Luft über dem Ventil V entweicht hier durch m und n in's Freie. Gleichzeitig wird dadurch die Hauptleitung nach dem in's Freie führenden Ansatz a wieder geschlossen, dagegen der Hauptbehälter nach der Hauptleitung wieder geöffnet; die Luft tritt auf dem vorher angegebenen Wege wieder unter den Kolben des Kolbenschiebers, drückt ihn und den Schieber in die Höhe, der Kanal c nach dem Bremscylinder wird nach dem Schieberkasten hin geschlossen, der Zufluß von Luft aus dem Hülfsbehälter hört auf, dagegen wird der Kanal c nach der Schieberhöhlung geöffnet, die gepreßte Luft des Bremscylinders entweicht durch diese und die Bohrung in's Freie, die Bremsung hört auf. Indem der Führer das Hahnküken in die gewöhnliche Stellung I zurückbringt, schließt er zuletzt noch den Kanal s, es kann nun auch über dem Ventil V die Spannung der Luft wieder eintreten.

In der Verschlußschraube S des Kolbenschiebers befindet sich eine kleine Nuthe, aus welcher das in dem Wassersacke r sich sammelnde Dampfwasser nach dem Lösen der Schraube ablaufen kann.

In Fig. 584 ist der Bremscylinder b in Verbindung mit dem

Hülfsbehälter l und der Leitung r r gezeichnet. Ersterer ist am Längsträger T des Wagens befestigt, die Leitung geht bei g unter der Kopfschwelle k her. Der Kolbenschieber ist mit v bezeichnet. Der Bremscylinder besteht aus dem eigentlichen Cylinder b aus Gußeisen mit zwei Deckeln. Der Kolben ist mit einer Lederstulpe gedichtet, die durch eine Stahlfeder an die Wandungen gepreßt wird. Die Kolbenstange hat am Ende ein gabelförmiges Kopfstück zur Aufnahme des Bremshebels. Die Kolbenstange ist umgeben mit einer Spannfeder, welche sich bei der Bewegung des Kolbens in den kopfartigen Ansatz des Deckels legt. Diese Feder dient dazu, beim Lösen der Bremsen den Kolben in die ursprüngliche Stellung zurückzubringen und so die Bremsklötze von den Rädern abzuheben. Die Feder kann auch außerhalb des Bremscylinders liegen, wie dieses Fig. 580 zeigt.

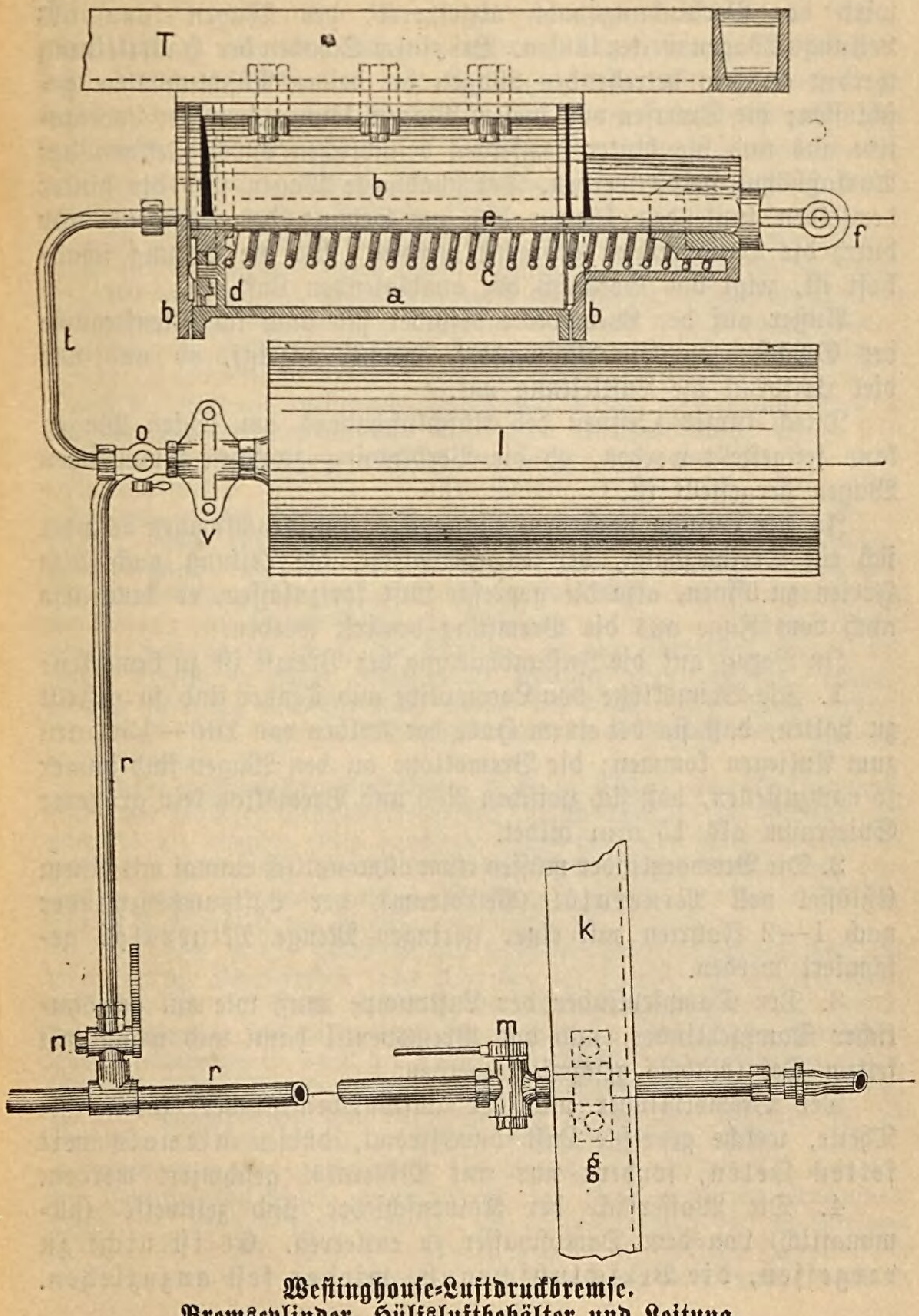
Der Abschlußhahn m, Fig. 584, dient zum Abschließen der Hauptleitung, der Verbindungshahn n wird geschlossen, wenn Schäden an dem Kolbenschieber, Luftbehälter, Bremscylinder u. s. w. sind. Der Auslaßhahn o wird geöffnet, um die Luft aus dem Hülfsbehälter und dem Bremscylinder zu lassen, wenn die Bremse in Folge eines Versehens oder eines Schadens von der Locomotive aus nicht gelöst werden kann.

Die Westinghouse=Luftbremse ist durchgehend (zusammenhängend), d. h. die sämmtlichen Bremsen im Zuge werden von einem Manne auf dem Zuge gehandhabt.

Wenn die Luftleitung dieser Bremse beschädigt wird, insbesondere also auch, wenn sie bei einer Zugtrennung reißt, so entweicht die Luft aus derselben, die Bremse tritt ohne Weiteres von selbst in Thätigkeit, sie ist also auch eine selbstthätige (automatische) Bremse. In einem mit Westinghouse=Bremse ausgerüsteten Zuge müssen die Wagen, welche diese Bremse nicht haben, an das Ende des Zuges gestellt werden. Die Anzahl darf nicht zu groß sein, weil sonst leicht ein hartes Auflaufen beim gleichzeitigen Bremsen der vorderen Wagen entsteht. Die hinteren Wagen müssen, soweit sie Bremswagen sind, mit Bremsern besetzt sein.

Wagen, welche keine Bremsvorrichtungen, sondern nur die zur Fortleitung der Luft erforderliche Leitung haben, heißen Leitungswagen. Dieselben müssen bei der Zusammensetzung des Zuges entsprechend vertheilt werden.

Fig. 584.




**Westinghouse-Luftdruckbremse.**
**Bremscylinder, Hülfsluftbehälter und Leitung.**

Wenn ein Schaden an den Bremsvorrichtungen entsteht, so wird der Verbindungshahn abgesperrt, der Wagen kann als Leitungs-Wagen weiter laufen. Bei einem Schaden der Hauptleitung werden an dem betreffenden Wagen die beiden Abschlußhähne geschlossen; die Bremsen vor diesem Wagen können von der Locomotive aus und die hinter demselben befindlichen durch Oeffnen der Auslaßhähne gelöst werden. Der schadhafte Wagen und die hinter demselben laufenden können bis zur Hebung des Schadens nur durch die Handbremsen gebremst werden. Wo die Leitung schadhaft ist, zeigt das Geräusch der ausblasenden Luft an.

Außer auf der Locomotive befindet sich auch im Dienstraume des Gepäckwagens ein Manometer, welcher anzeigt, ob und wie viel Luftdruck die Luftleitung hat.

Durch kurzes Oeffnen des Abschlußhahnes am letzten Wagen kann festgestellt werden, ob die Verbindung zwischen sämmtlichen Wagen hergestellt ist.

In der Leitung nach dem Manometer im Gepäckwagen befindet sich ein Dreiweghahn, der es ermöglicht, die Leitung nach dem Freien zu öffnen, also die gepreßte Luft fortzulassen, es kann also auch vom Zuge aus die Bremsung bewirkt werden.

In Bezug auf die Instandhaltung der Bremse ist zu bemerken:

1. Die Bremsklötze von Locomotive und Tender sind so gestellt zu halten, daß sie bei einem Hube der Kolben von 100—150 mm zum Anliegen kommen; die Bremsklötze an den Wagen sind immer so nachzustellen, daß sich zwischen Rad und Bremsklotz kein größerer Spielraum als 15 mm bildet.

2. Die Bremscylinder müssen etwa allmonatlich einmal mit einem Eßlöffel voll Mineralöl (Petroleum), der Luftpumpencylinder nach 1—2 Fahrten mit einer geringen Menge Mineralöl geschmiert werden.

3. Der Dampfcylinder der Luftpumpe muß wie ein gewöhnlicher Dampfcylinder, und das Bremsventil dann und wann mit fettem Oel (Rüböl) geschmiert werden.

Der Bremscylinder und der Luftpumpencylinder, sowie alle Theile, welche gepreßte Luft durchströmt, dürfen **niemals** mit **fetten Oelen**, sondern nur mit Mineralöl geschmiert werden.

4. Die Wassersäcke der Kolbenschieber sind zeitweise (allmonatlich) von dem Dampfwasser zu entleeren. **Es ist nicht zu vergessen, die Verschlußschraube wieder fest anzuziehen.**

Für den Fall, daß aus Versehen oder unter besonderen Umständen ein oder einige Wagen zwischen den Bremswagen stehen, empfiehlt es sich, um auch die hinteren Wagen bremsen zu können, auf den Hauptstationen lose Leitungsröhren mit Schläuchen zu haben, welche an die Kopfstücke der Wagen festgeschraubt und außerdem durch Riemen unter die Wagen geschnallt werden können.

Anmerkung. Vergl. „**Die Westinghouse-Schnellbremse**", Allgemeiner Katalog, zweite Ausgabe 1889.

In neuerer Zeit ist die Bremse von Westinghouse durch Anwendung eines neuen, schnellwirkenden Functionsventils (Kolbenschieber) verbessert.

Bei der früheren Einrichtung wird die Bremse dadurch in Thätigkeit gesetzt, daß das Hauptleitungsrohr vermittelst des Locomotivführer-Bremsventils geöffnet und somit einer größeren oder geringeren Menge der darin enthaltenen Preßluft gestattet wird, ins Freie zu entweichen. Durch die hierdurch entstehende Druckverminderung werden alle Bremsen im Zuge zur Wirkung gebracht. Bei Zügen von gewöhnlicher Länge tritt diese Druckverminderung so schnell am ganzen Zuge ein, daß eine praktisch gleichzeitige Wirkung an allen Wagen erreicht wird. Bei außerordentlich langen Zügen jedoch, wie z. B. bei Güterzügen von 40—50 Wagen, welche eine Länge von 450—550 m haben, oder bei sehr langen Personenzügen, muß ein ganz merklicher Zeitraum vergehen, bevor aus der Hauptleitung eine genügende Menge Luftinhalts ausgeströmt ist, um die Bremse am letzten Wagen in Wirkung zu setzen. Während dieser ganzen Zeit waren jedoch die Bremsen an den vordersten Wagen des Zuges bereits in voller Wirksamkeit, wodurch natürlich eine ungleichmäßige Wirkung eintreten muß, welche sich durch heftige Stöße äußert, die geeignet sind, an den Fahrzeugen und deren Inhalt Beschädigungen zu verursachen.

Unter gewöhnlichen Umständen, d. h. in Fällen, wo die Ausübung eines nur mäßigen Druckes erforderlich, ist die Wirkung der alten Bremse auch für die längsten Züge durchaus befriedigend und wurde daher nicht geändert; allein man hat bei Ausarbeitung der neuen Vorrichtung darnach gestrebt, eine noch raschere Wirkung in Fällen zu erzielen, wo die höchste Wirksamkeit der Bremse erforderlich ist.

Bei dem bisher gebräuchlichen Functionsventil (Kolbenschieber) bewegt sich der Ventilkolben beim Anziehen der Bremse mit mäßiger Kraft nur etwa um die Hälfte seines Hubes nach abwärts, während derselbe bei Bremsungen mit voller Kraft bis zur Grenze seines Hubes hinabgeht. Dieser letztere zweite Theil des Kolbenhubes ist es, welcher bei dem neuen, schnellwirkenden Functionsventil benutzt worden ist, eine Verbindung zwischen Hauptleitung und Bremscylinder herzustellen, wodurch die im Nachstehenden beschriebene, verbesserte Wirkung erreicht wird.

Oeffnet der Locomotivführer das Bremsventil, so daß die Luft aus der Hauptleitung schnell entweicht, bis der Druck genügend vermindert worden ist, um das Functionsventil am ersten Fahrzeug voll zur Wirkung zu bringen, so wird dadurch eine weite Verbindung zwischen Hauptleitung und Bremscylinder des gedachten Fahrzeuges hergestellt, welche während

eines Bruchtheils einer Sekunde geöffnet bleibt und der in der Leitung enthaltenen Preßluft gestattet, in den Bremscylinder einzuströmen. Dieser Vorgang trägt gleichzeitig auch dazu bei, den Leitungsdruck beim nächsten Functionsventil zu vermindern; in Folge dessen öffnet dieses sofort ebenfalls einen Kanal, durch welchen Luft in den zugehörigen Bremscylinder überströmt, und in gleicher Weise pflanzt sich dieser Vorgang den ganzen Zug entlang fort, ähnlich wie eine Explosion in einem Pulverzuge.

Die Apparate eines jeden einzelnen Fahrzeuges bewirken also selbstthätig die Entleerung der eigenen Leitung desselben, so daß die Luft an Ort und Stelle ausströmt, statt wie bisher ihren Weg durch die lange Leitung mit ihren vielen Biegungen nehmen zu müssen, wobei eine erhebliche Reibung zu überwinden ist.

Da die zu einem guten Verständniß der Westinghouse-Schnellbremse erforderliche Beschreibung einen für die Zwecke dieses Werkes zu großen Raum einnehmen würde, so muß wegen des Näheren über diesen Gegenstand auf die angegebene Quelle verwiesen werden.

## Die Carpenter-Luftdruck-Bremse.

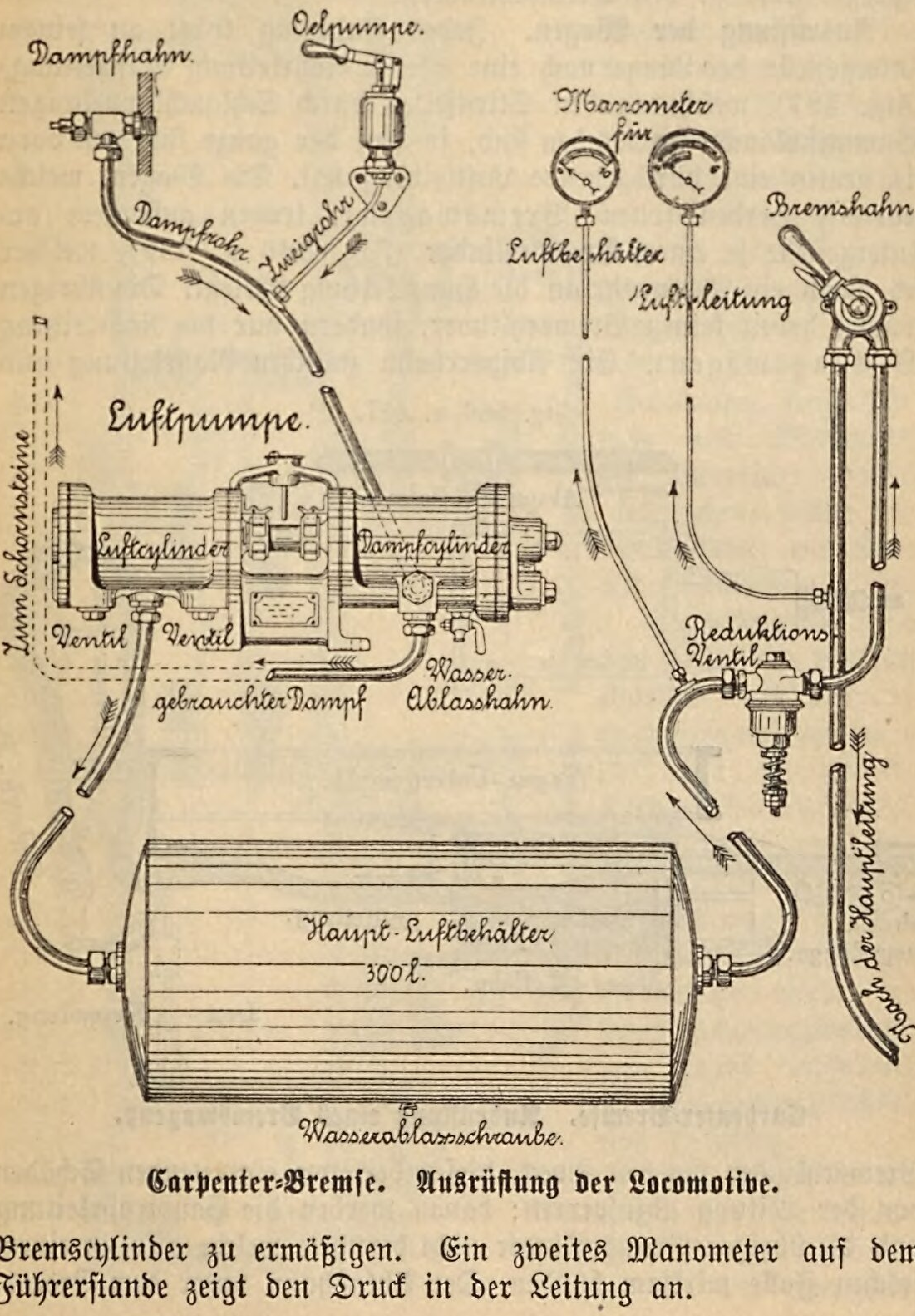
Im Jahre 1882 wurden erneute Versuche mit durchgehenden Bremsen auf der Strecke Berlin-Breslau angestellt, bei welchen außer den bekannten auch eine Bremse von J. Fairfield Carpenter zur Anwendung kam. Diese ist, wie die Westinghouse-Bremse, eine durchgehende selbstthätige Luftdruckbremse. Inzwischen ist dieser Bremse auf den preußischen Staatsbahnen der Vorzug vor den übrigen zuerkannt, dieselbe für die Personenzüge der Hauptbahnen angenommen und deren allgemeine Einführung angeordnet. Die Einrichtung, Bedienung und Wirksamkeit derselben sollen in Folgendem näher besprochen werden.

**Ausrüstung der Locomotive.** Fig. 585. Auf der Plattform der Locomotive, auf der rechten (Führer-) Seite ist eine kleine waagerecht liegende **Luftpumpe** festgeschraubt, welche durch Dampf aus dem Locomotivkessel betrieben wird. Der gebrauchte Dampf entweicht durch ein anschließendes Rohr in den Schornstein. Die von der Luftpumpe gepreßte Luft wird in den unter dem Führerstande aufgehängten **Haupt-Luftbehälter** gepreßt, bis sie eine Spannung von 6 Atmosphären hat; ein Manometer auf dem Führerstande zeigt den vorhandenen Druck im Luftbehälter an.

Aus demselben gelangt die gepreßte Luft durch ein **Reductionsventil** und durch den **Bremshahn** nach der **Hauptrohrleitung.** Die beiden ersteren befinden sich auf dem Führerstande, wo außerdem noch die **Oelpumpe** ihren Platz hat.

Das Reductionsventil hat den Zweck, die im Luftbehälter auf 6 Atm. gespannte Luft auf 4 Atm. für die Hauptleitung und die

Fig. 585.



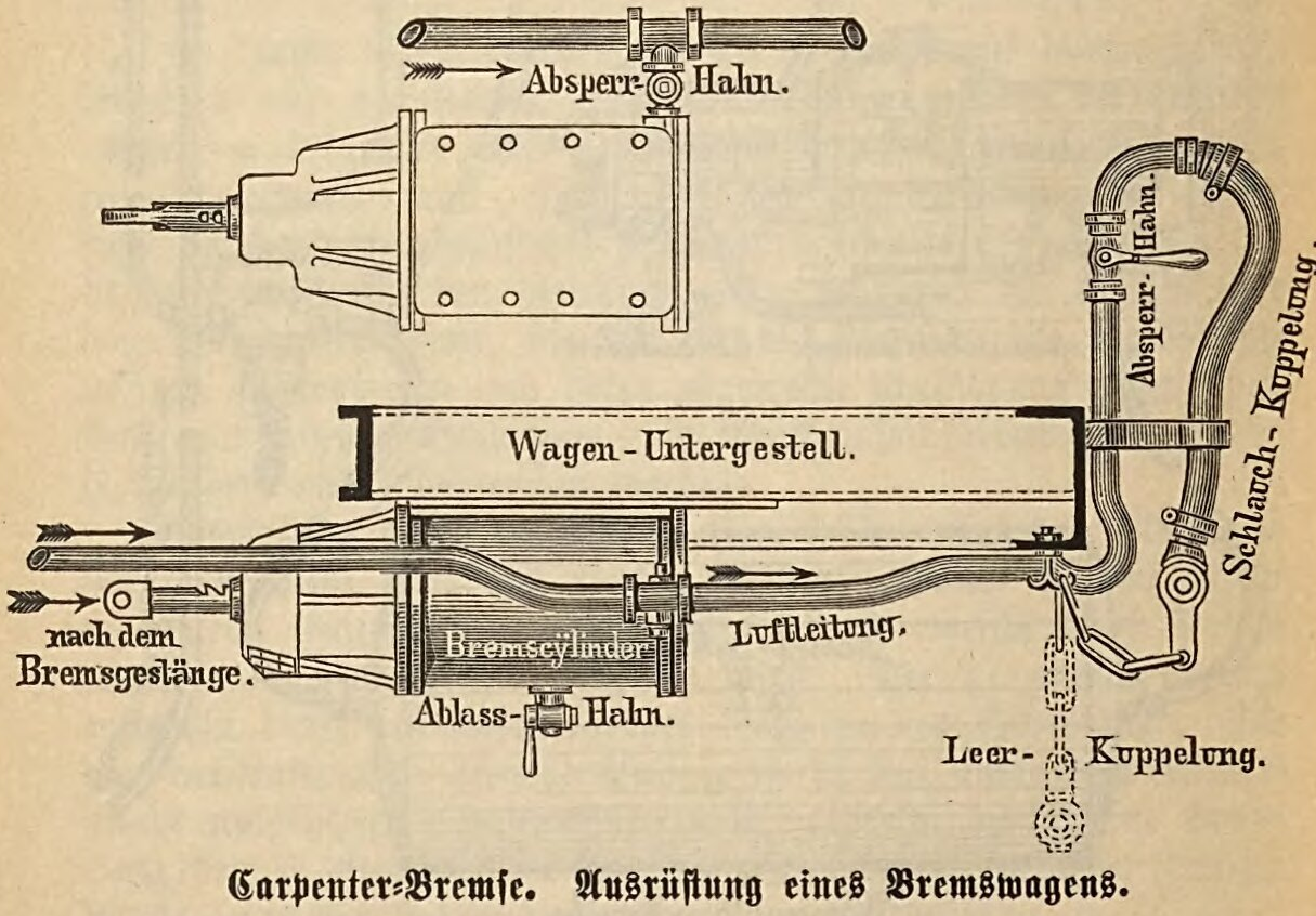

**Carpenter-Bremse. Ausrüstung der Locomotive.**

Bremscylinder zu ermäßigen. Ein zweites Manometer auf dem Führerstande zeigt den Druck in der Leitung an.

Mittelst des Bremshahns vermag der Locomotivführer den Luftdruck in der Rohrleitung und den Bremscylindern und damit die Bremswirkung zu regeln. Die Hauptrohrleitung führt die gepreßte Luft zu den Bremscylindern.

**Ausrüstung der Wagen.** Jedes Fahrzeug trägt an seinem Untergestelle der Länge nach eine eiserne Rohrleitung (Luftleitung) (Fig. 587), welche an den Stirnseiten durch Schlauchkuppelungen (Gummischläuche) verbunden sind, so daß der ganze Zug von vorn bis hinten eine durchgehende Luftleitung hat. Die Wagen, welche gebremst werden sollen (Bremswagen), tragen außerdem am Untergestelle je einen **Bremscylinder** (Fig. 586 u. 587), welcher sich durch ein Nebenrohr an die Hauptleitung schließt. Die übrigen Wagen haben keinen Bremscylinder, sondern nur die Rohrleitung (Leitungswagen). Ein Absperrhahn zwischen Rohrleitung und

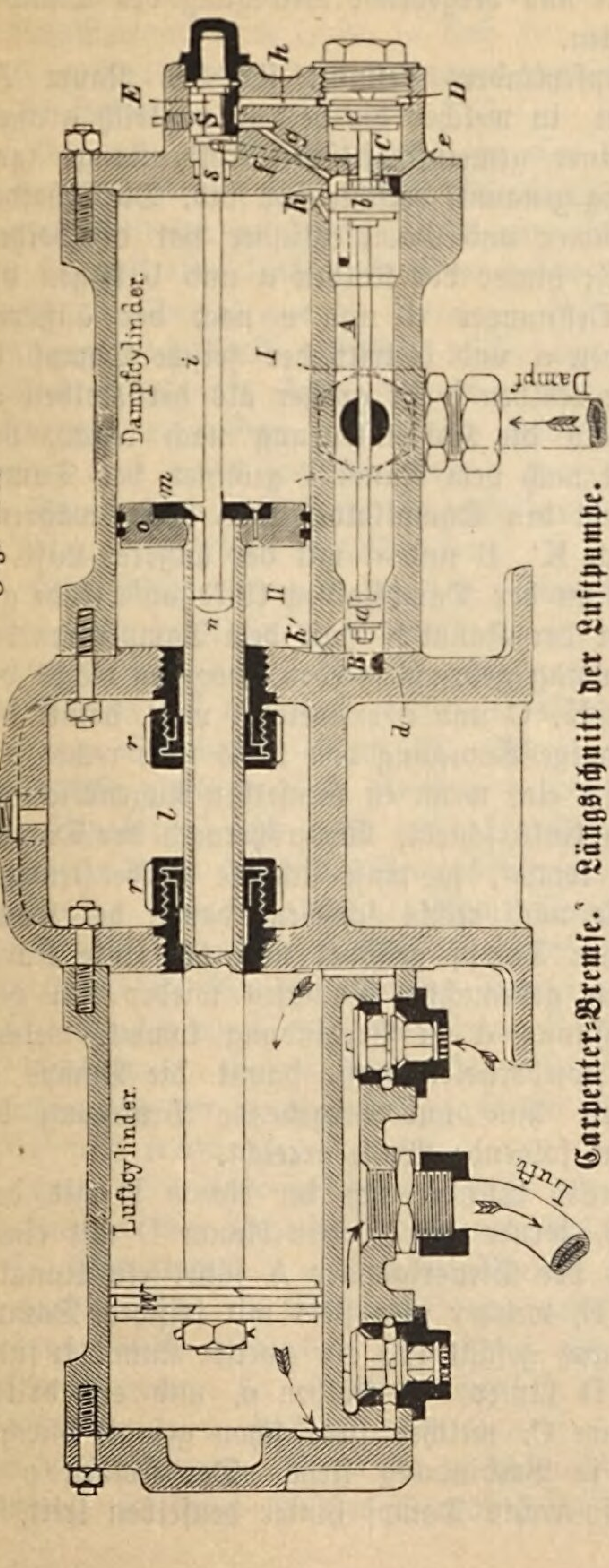
Fig. 586 u. 587.




**Carpenter=Bremse. Ausrüstung eines Bremswagens.**

Bremscylinder hat den Zweck, diesen bei etwa eintretenden Schäden von der Leitung abzusperren; davon werden die Hauptrohrleitung und die übrigen Bremscylinder nicht berührt, welche also in einem solchen Falle wirksam bleiben. Der Ablaßhahn unter dem Brems=

Fig. 588.




Carpenter-Bremse. Längsschnitt der Luftpumpe.

cylinder dient dazu (in besonderen Fällen), durch Auslassen der gepreßten Luft die Bremse an den einzelnen Wagen zu lösen. Der Absperrhahn an der Stirnseite des Wagens bewirkt die Absperrung der Hauptrohrleitung, um das Entweichen der Luft zu verhüten, wenn beim Rangiren &c. die Wagen getrennt werden müssen. Bevor wir die Bedienung, Unterhaltung und Wirksamkeit der Carpenter-Bremse besprechen, sollen die Hauptheile derselben näher beschrieben werden.

Die **Luftpumpe.** (Fig. 588.) Dieselbe hat zwei Cylinder, den Dampfcylinder und den Luftcylinder, mit je einem Kolben (Dampfkolben o, Luftkolben w), mit einer gemeinschaftlichen Kolbenstange l, welche in den beiden Stopfbüchsen r r geführt wird. Die Stopfbüchsenmuttern haben kleine einfallende Klinken gegen selbstthätige Drehung.

Wir betrachten vorläufig nur den Dampfcylinder mit Zubehör, um die auf eigenthüm-

liche Weise bewirkte hin- und hergehende Bewegung des Dampfkolbens o kennen zu lernen.

Unterhalb des Dampfcylinders befindet sich der Raum A, Steuerkammer genannt, in welcher die beiden ungleich großen Kolben a und b mit einer gemeinschaftlichen Kolbenstange (zusammen Kolbensteurung genannt) verschiebbar sind. Die Scheidewand zwischen Steuerkammer und Dampfcylinder hat die beiden Dampfeinlaßkanäle K K'; hinter den Kolben a und b liegen die Räume B und C mit Oeffnungen d und e nach der äußeren Luft; zwischen den Kolben a und b tritt der frische Dampf in die Steuerkammer. Der Kolben b ist größer als der Kolben a, der Dampf drückt deshalb die Kolbensteurung nach rechts, der rechte Einlaßkanal K ist nach dem Raum I geöffnet, der Dampf tritt rechts ein und schiebt den Dampfkolben nach links, während links der Raum II durch K', B und d mit der äußeren Luft in Verbindung kommt. Wenn der Dampfkolben links an's Ende gekommen ist, so muß hier der Kanal K' mit dem Dampfraum der Steuerkammer in Verbindung gebracht werden, wogegen rechts der gebrauchte Dampf durch K, C und e entweichen muß, damit der Dampfkolben die rückgängige Bewegung von links nach rechts antreten kann. Beides tritt ein, wenn in demselben Augenblicke die Kolbensteurung sich nach links schiebt. Wenn hernach der Dampfkolben rechts an's Ende kommt, so muß sich die Kolbensteurung in demselben Augenblicke nach rechts schieben, damit der Kanal K wieder für den frischen Dampf geöffnet und der linke Kanal K' zur Entweichung des gebrauchten Dampfes wieder mit dem Raume B und der Oeffnung d in Verbindung kommt, welches Spiel sich fortwährend wiederholen muß, damit die Pumpe in Thätigkeit bleibt. Diese hin- und hergehende Bewegung der Kolbensteurung wird auf folgende Weise erreicht.

In dem Cylinderdeckel befindet sich der Raum E mit dem kleinen Dampfschieber S, ferner ein zweiter Raum D mit einem dritten Kolben c. Von der Steuerkammer A führt ein Kanal f nach dem Schieberraum E, welcher also stets mit frischem Dampfe von der Steuerkammer aus gefüllt ist; ein zweiter Kanal h führt nach dem Kolbenraum D hinter den Kolben c, und ein dritter Kanal g nach dem Raum C, welcher (wie schon gesagt) durch e mit der äußeren Luft in Verbindung steht. Der Kolben c ist größer als a, wenn also rechts Dampf hinter denselben tritt, so

weicht er nicht nur selbst nach links aus, sondern schiebt auch die Kolbensteuerung nach links, so daß hier der Raum I mit der freien Luft in Verbindung tritt, wogegen links durch K' frischer Dampf in II strömt.

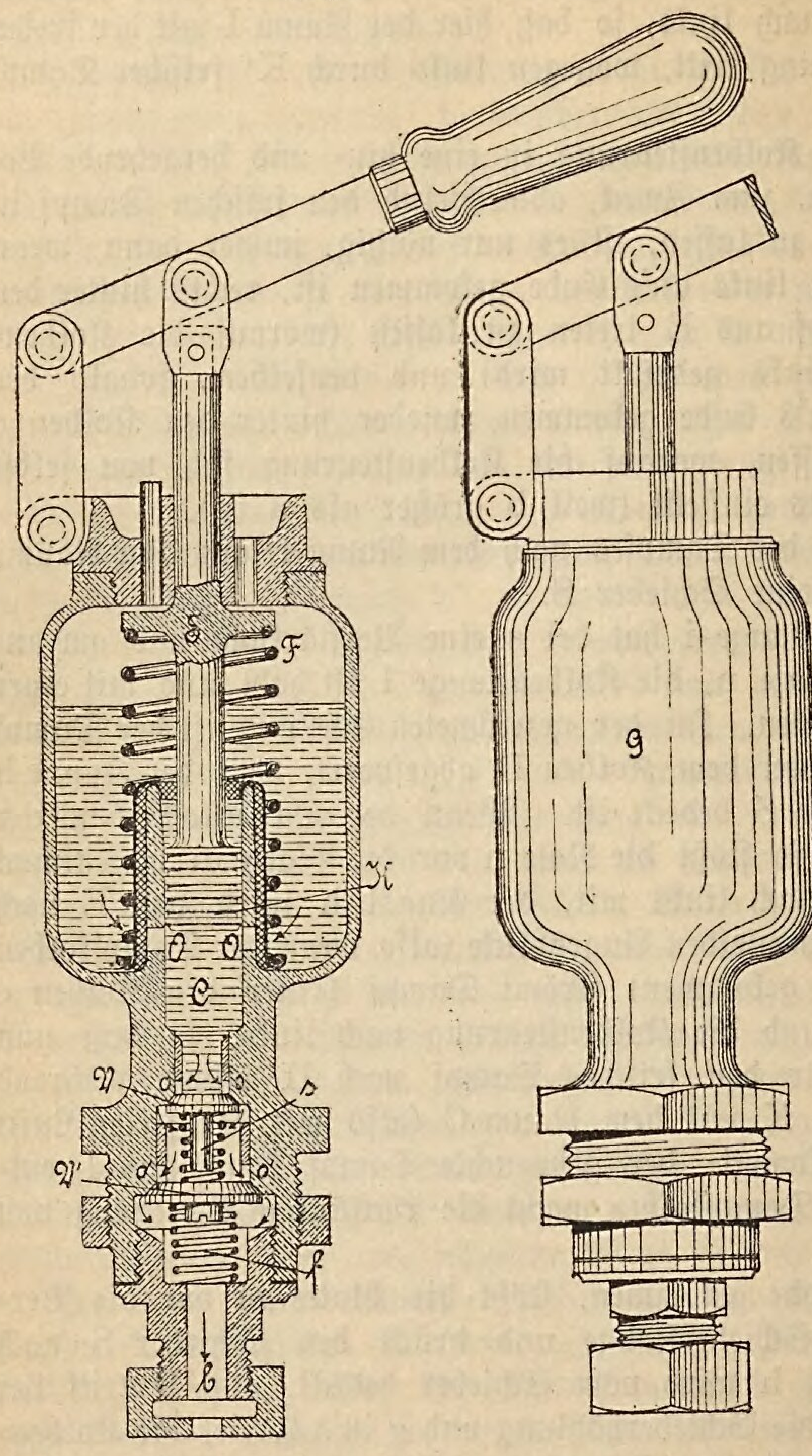
Um also die Kolbensteuerung in eine hin- und hergehende Bewegung zu setzen, zum Zweck, abwechselnd den frischen Dampf in I und II treten zu lassen, ist es nur nöthig, immer dann, wenn der Dampfkolben links an's Ende gekommen ist, rechts hinter den Kolben D Dampf aus E treten zu lassen (worauf die Kolbensteuerung nach links gedrückt wird) und denselben, sobald der Kolben rechts an's Ende gekommen, wieder hinter den Kolben c entweichen zu lassen, worauf die Kolbensteuerung sich von selbst wieder nach rechts einstellt (weil b größer als a ist).

Dieses Spiel des Dampfes nach dem Raum D aus dem Raume E besorgt der kleine Schieber S.

Die Schieberstange i hat bei s eine Verstärkung und am anderen Ende die Nase n, die Kolbenstange l ist hohl und mit einer Platte m vorgesehen. In der gezeichneten Stellung ist der Dampf des Raumes E von dem Kolben D abgesperrt, weil der Kanal h von dem Schieber S bedeckt ist. Wenn der Dampfkolben weiter nach links rückt, so stößt die Nase n vor die Platte m und nimmt den Schieber S nach links mit, der Kanal h wird von E nach D frei, und in demselben Augenblicke (also wenn der Dampfkolben links an's Ende gekommen) strömt Dampf hinter den Kolben c und schiebt ihn und die Kolbensteuerung nach links, so daß nun der Kanal K' für den frischen Dampf nach II öffnet, während rechts der Kanal K mit dem Raum C (also mit der freien Luft) in Verbindung kommt; der gebrauchte Dampf kann aus I entweichen und der Dampfkolben macht die rückläufige Bewegung von links nach rechts.

Hier an's Ende gekommen, stößt die Platte m vor die Verstärkung s der Schieberstange und drückt den Schieber S nach rechts, der Kanal h wird vom Schieber bedeckt, aus D tritt der Dampf durch h, die Schieberhöhlung und g in's Freie, die Kolbensteuerung wird durch den Dampf der Steuerkammer wieder nach rechts geschoben, K' wird frei für den aus II ausströmenden und K für den in I einströmenden Dampf; der Dampfkolben macht die Rückbewegung. Er bleibt in einer hin- und hergehenden Bewegung, so lange frischer Dampf in die Steuerkammer tritt, so

Fig. 589 u. 590.



Carpenter-Bremse. Oelpumpe.

lange also, wie überhaupt der Luftpumpe Dampf zugeführt wird.

Die Luftpumpe ist eine doppelt wirkende. Je ein Saugventil (unten) und ein Druckventil (oben) liegen übereinander. In der gezeichneten Stellung wird rechts Luft eingesogen und links die vorher angesaugte Luft in der Richtung der Pfeile in die nach dem Luftbehälter führende Druckleitung gepreßt.

Die Steuerkammer hat einen in Fig. 585 sichtbaren Wasserablaßhahn zum Entleeren des Dampfcylinders und der Steuerkammer von Dampfwasser. Es ist nicht zu vergessen, den Ablaßhahn nach beendeter Fahrt zu öffnen. Es ist wiederholt vorgekommen, daß im Winter Luftpumpen

durch den Frost gesprengt sind, wenn sich Wasser in denselben befand.

**Die Oelpumpe.** Das Schmieren der Luftpumpe erfolgte früher unmittelbar von Hand oder durch selbstthätige Schmiervorrichtungen, beides bewährte sich jedoch nicht besonders. Jetzt befindet sich auf dem Führerstande eine kleine Oelpumpe, deren Einrichtung die Fig. 589 und 590 verdeutlichen. Aus dem Oelgefäße G gelangt durch die Oeffnungen O O Oel in den Cylinder C und unter den Kolben K.

Diese Oeffnungen und die oberen sind durch mehrfache Lagen eines siebartigen Geflechtes geschlossen, welches Unreinigkeiten der Schmiere zurückläßt. Die Füllung des Gefäßes erfolgt oben, indem durch Andrücken des Hebels die Scheibe S der Kolbenstange die Schmiertüllen nach dem inneren Raume G frei macht, während gleichzeitig der Kolben K die Oeffnung O O nach dem Cylinder C schließt. Nach dem Füllen schließt die starke Feder F das Gefäß nach oben selbstthätig wieder ab und alle Theile haben die in Fig. 589 gezeichnete Lage. Das Schmiergefäß steht mit einem besonderen kleinen Zweigrohre mit dem Dampfrohre der Luftpumpe in Verbindung. Fig. 588.

Will der Führer den Dampfcylinder schmieren, so drückt er auf den Hebel der Pumpe, der Kolben K bewegt sich nach unten, schließt die Oeffnungen O O nach dem Gefäße und drückt das unter ihm befindliche Oel durch die Oeffnungen o o und o′ o′ der sich öffnenden Ventile V V′ in die Bohrung b und in das sich daran schließende Zweigrohr; es gelangt so das Oel in das Dampfrohr und mit dem Dampfe in die Steuerkammer und den Dampfcylinder der Luftpumpe.

Wenn der Druck auf den Hebel aufhört, so bringt die Feder F den Kolben wieder in die ursprüngliche Lage und die Federn f f drücken die Ventile V V′ wieder auf ihre Sitze. Die Erfahrung hat gelehrt, daß das Schmieren des Dampfcylinders mindestens 1/2-stündlich durch 3maliges Andrücken des Hebels erfolgen muß.

Der Luftcylinder läßt sich am besten dadurch schmieren, daß kleine mit Petroleum gefüllte Näpfe während des Ganges der Pumpe unter die Saugventile gehalten werden, wodurch eine schnellere und zuverlässigere Schmierung als durch ein besonderes Schmiergefäß erzielt wird.

Der **Hauptluftbehälter** (Fig. 585) wird luftdicht aus Schmiedeeisen hergestellt und unter dem Führerstande oder dem Langkessel aufgehängt. Er hat etwa 300 Liter Inhalt. Eine kleine Verschlußschraube s dient dazu, das sich etwa ansammelnde Wasser von Zeit zu Zeit abzulassen.

Bei dem Entleeren des Luftbehälters von Wasser ist einmal eine **Explosion** vorgekommen, indem mit dem Wasser ausströmende Gase an einer Handlaterne sich entzündeten. Die Gase hatten sich zweifellos aus Petroleum gebildet, welches aus dem Luftcylinder der Dampfpumpe in den Luftbehälter gelangen kann. Der Umstand, daß dieser warm wird, begünstigt die Gasbildung, welche auch um so stärker eintritt, je minderwerthigeres und sich leicht verflüchtigendes Petroleum verwendet wird.

Es darf hiernach das Wasser aus dem Luftbehälter nie bei künstlichem Lichte und nur dann abgelassen werden, wenn der Luftbehälter kalt ist.

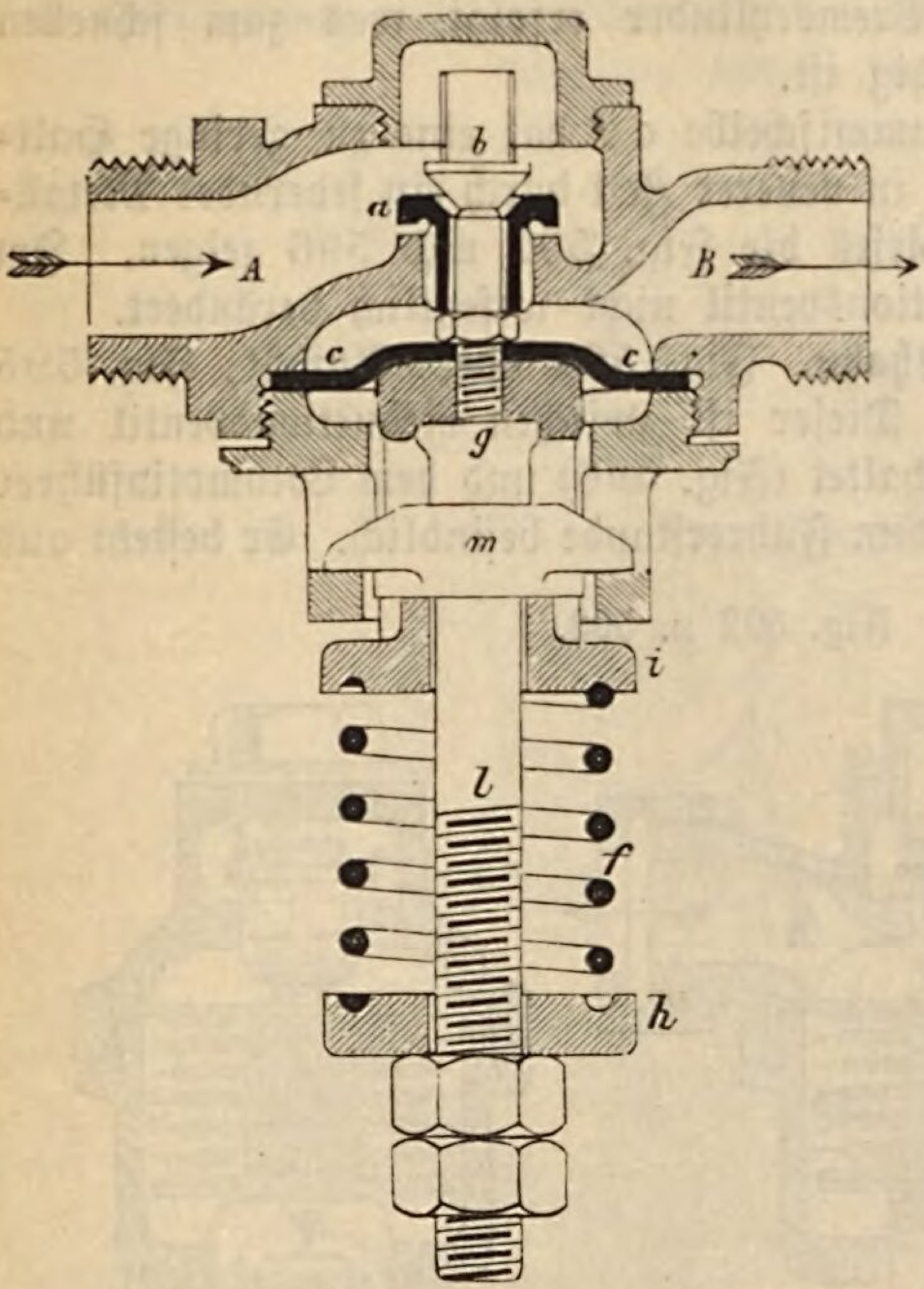
Das **Reductionsventil**. Fig. 591. Dieses ist zwischen Luftbehälter und Bremshahn eingeschaltet, Fig. 585. Es dient dazu, die Spannung der Luft von 6 Atm. im Luftbehälter auf 4 Atm. in der Leitung zu ermäßigen und diesen Druck, unabhängig von dem veränderlichen Drucke im Luftbehälter, gleichmäßig in derselben zu erhalten. Dadurch, daß die Luftspannung im Luftbehälter größer ist, wird dieser zu einem Kraftspeicher, welcher es möglich macht, bei wiederholtem Bremsen schnell die Leitung wieder mit Luft von 4 Atm. Spannung zu füllen, ohne augenblicklich von der Luftpumpe abhängig zu sein, welche die verbrauchte Luft nicht schnell genug ersetzen könnte.

Das Reductionsventil besteht aus den beiden getrennten Kammern A und B, in deren Scheidewand sich das große Kegelventil a und in diesem das kleine b befindet, welches letztere an dem Kolben (Glocke) g befestigt ist. Wenn diese beiden Ventile freies Spiel hätten, so würde die Luft aus dem Luftbehälter sie auf ihren Sitz niederpressen und die Luft damit von der Hauptleitung abgeschlossen sein. Durch Vermittelung des Bolzens l, welcher an dem Querstücke m in dem Gehäuse gelagert ist, sowie des verstellbaren Tellers h, der Platte i, welche unter die Glocke g drückt, und endlich der zwischengespannten Spiralfeder f werden die beiden Ventile von ihren Sitzen abgehoben.

Die Kammer B ist durch eine Scheibe c c von Leder oder

Gummi, welche auf der Glocke g befestigt und ringsum eingespannt ist, von der äußeren Luft abgeschlossen, so daß die gespannte Luft, da die beiden Ventile gehoben sind, (vorläufig) von A nach B durchströmen kann. Sobald in der Hauptleitung (in B) die Luft Spannung erhält, so wirkt sie auf die Scheibe und damit auf die Glocke drückend der Federspannung entgegen. Die Feder ist nun so gespannt, daß bei einem Drucke von 4 Atm. in der Hauptleitung (in B) die Federkraft überwunden und zuerst das kleine und, von diesem mitgenommen, das große Ventil heruntergezogen wird, sich also beide schließen und die Kammern A und B von einander absperren.

Fig. 591.




**Carpenter-Bremse. Reductionsventil.**

Hieran wird nichts geändert, der Druck im Luftbehälter mag beliebig groß sein.

Wenn die Luftspannung in der Hauptleitung geringer als 4 Atm. wird, so dehnt die Feder sich aus und hebt das kleine Ventil, worauf verdichtete Luft von A nach B strömt und zwar so lange, bis wieder in B ein Druck von 4 Atm. ist, der das kleine Ventil wiederum schließt und A von B absperrt.

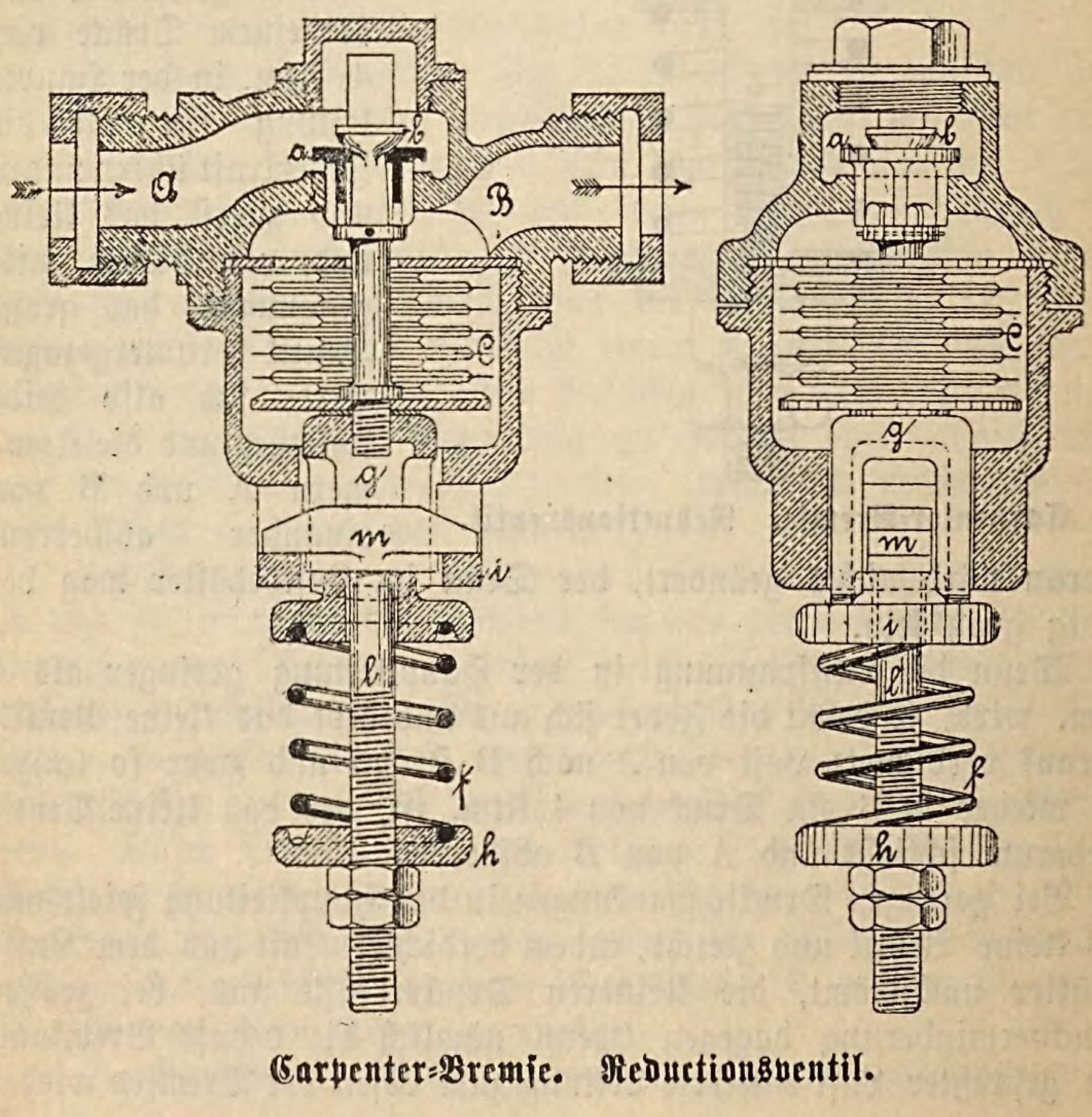
Bei geringen Druckschwankungen in der Hauptleitung spielt nur das kleine Ventil und gleicht, indem verdichtete Luft aus dem Luftbehälter nachströmt, die kleineren Druckverluste aus; bei großer Druckverminderung dagegen (wenn nämlich die behufs Bremsung von gepreßter Luft entleerte Leitung zum Lösen der Bremsen wieder

gefüllt werden muß, worauf wir noch zurückkommen) öffnet sich auch das große Ventil, indem es von dem kleinen, welches nur einen geringen Hub hat, mitgenommen wird, so daß eine schnelle Füllung der Leitung und der Bremscylinder erfolgt, was zum schnellen Lösen der Bremsen nöthig ist.

Die Leder- oder Gummischeibe c c hat eine zu geringe Haltbarkeit und ist deshalb in neuerer Zeit durch ein federndes Metallgehäuse C ersetzt, wie dieses die Fig. 592 und 593 zeigen. Im Uebrigen ist das Reductionsventil nicht wesentlich verändert.

Der **Locomotivbremshahn.** Fig. 594 obere Ansicht, Fig. 595 und 596 Querschnitte. Dieser ist zwischen Reductionsventil und Hauptrohrleitung eingeschaltet (Fig. 596) und dem Locomotivführer bequem zur Hand auf dem Führerstande befindlich. Er besteht aus

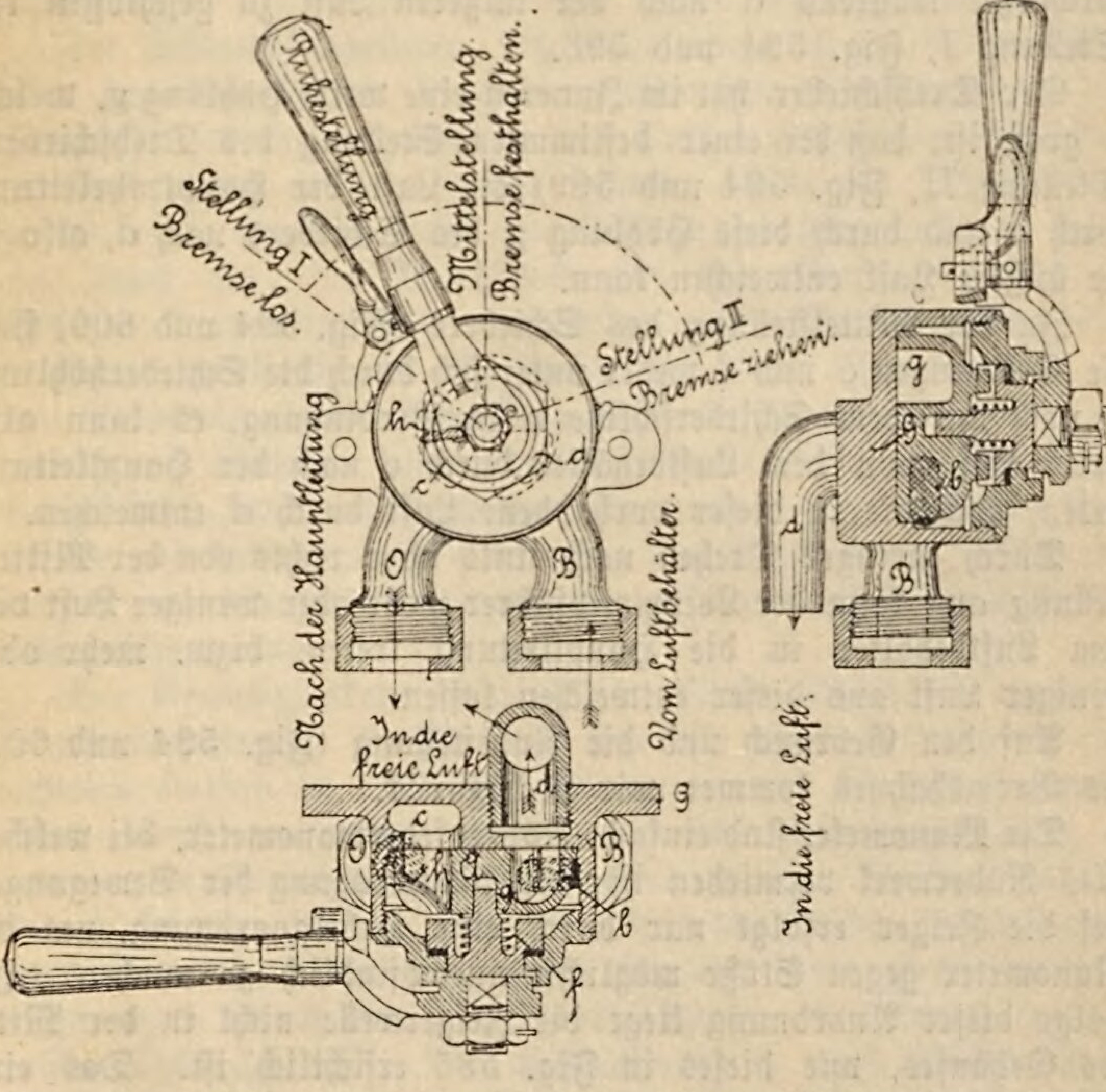
Fig. 592 u. 593.




**Carpenter-Bremse. Reductionsventil.**

dem Gehäuse G mit dem glockenförmigen Drehschieber A, welcher vermittelst eines mit zwei Mitnehmern versehenen Paßstückes und eines Handhebels bewegt werden kann; durch eine Feder f wird der Drehschieber auf die Rückwand des Gehäuses gedrückt.

Fig. 594, 595 u. 596.




**Carpenter-Bremse. Locomotivbremshahn.**

In den Fig. 598—601 ist das Gehäuse mit dem Drehschieber in vier verschiedenen Stellungen im Grundrisse gezeichnet.

Das Gehäuse G steht durch die seitliche Oeffnung b und den Ansatz B mit der Rohrleitung vom Luftbehälter in Verbindung, so daß in dem Gehäuse G oberhalb des Drehschiebers stets gepreßte Luft ist.

Durch die zweite Oeffnung c im Gehäuse (unter dem Drehschieber) und den Ansatz O steht das Gehäuse mit der Hauptrohrleitung in Verbindung.

Bei d ist eine dritte Oeffnung im Gehäuse, wie c unter dem Drehschieber, welche in die freie Luft führt.

Der Drehschieber selbst hat einen Schlitz h, welcher bei einer bestimmten Stellung des Schiebers die Luft aus dem Luftbehälter über den Drehschieber weg durch c nach der Hauptrohrleitung durchläßt, während d nach der äußeren Luft zu geschlossen ist. (Stellung I, Fig. 594 und 598.)

Der Drehschieber hat im Inneren eine weite Höhlung g, welche so groß ist, daß bei einer bestimmten Stellung des Drehschiebers (Stellung II, Fig. 594 und 599) die Luft der Hauptrohrleitung durch c und durch diese Höhlung g des Schiebers nach d, also in die äußere Luft entweichen kann.

In der Mittelstellung des Schiebers (Fig. 594 und 600) sind die Oeffnungen c und d weder unter sich durch die Schieberhöhlung g, noch mit dem Schieberschlitze h in Verbindung, es kann also weder Luft von dem Luftbehälter durch c nach der Hauptleitung treten, noch die in dieser vorhandene Luft durch d entweichen.

Durch geringes Drehen nach links oder rechts von der Mittelstellung aus kann der Locomotivführer mehr oder weniger Luft von dem Luftbehälter in die Hauptleitung treten, bezw. mehr oder weniger Luft aus dieser entweichen lassen.

Auf den Gebrauch und die Ruhestellung (Fig. 594 und 601) des Bremshahnes kommen wir noch zurück.

Die **Manometer** sind einfache Röhrenfedermanometer, bei welchen alles Räderwerk vermieden ist; die Uebertragung der Bewegungen auf die Zeiger erfolgt nur durch eine Hebelanordnung, um die Manometer gegen Stöße möglichst unempfindlich zu machen. In Folge dieser Anordnung liegt die Zeigerwelle nicht in der Mitte des Gehäuses, wie dieses in Fig. 585 ersichtlich ist. Das eine (Luftbehälter=Manometer) steht mit dem Luftbehälter, das andere (Leitungs=Manometer) mit der Hauptrohrleitung in Verbindung. Letzteres zeigt an einer gewöhnlichen Gradtheilung die Luftspannung in der Leitung und an einer zweiten Gradtheilung die Bremswirkung an. Da diese um so größer ist, je niedriger die Luftspannung in der Hauptleitung ist, so verläuft die Eintheilung an der zweiten Gradtheilung in umgekehrter Richtung.

Die **Hauptrohrleitung** an jedem Fahrzeuge besteht aus einem schmiedeeisernen Rohre von 25 mm lichtem Durchmesser, welches (wie schon erwähnt) an jedem Ende einen Absperrhahn hat (Fig.

587). Der Hebel des Hahnkükens steht waagerecht, wenn der Hahn geöffnet, dagegen senkrecht nach oben, wenn er geschlossen ist. Wenn es umgekehrt wäre, so würde der senkrecht stehende Hebel des dann geöffneten Hahnes während der Fahrt sich etwa von selbst waagerecht stellen, damit die Luftleitung schließen, wodurch die Bremsvorrichtungen der folgenden Wagen außer Thätigkeit kämen.

Die **Schlauchkuppelung.** Die Rohrleitung ist an beiden Stirnseiten des Wagens mit Kuppelungsschläuchen von Gummi versehen (Schlauchkuppelung), welche an den Enden gußeiserne Mundstücke zur Verbindung unter einander haben. Wenn ein Schlauch nicht benutzt wird, so wird er in eine Leerkuppelung gehängt, welche den Zweck hat, die Mundstücke vor dem Verstauben und vor sonstigen Verunreinigungen zu schützen. Die Leerkuppelung hängt an geeigneter Stelle am Kopfstücke, Fig. 587. Für den Fall, daß zwei Locomotiven vor dem Zuge sind, müssen auch diese die Rohrleitung mit Zubehör haben, damit sämmtliche Bremsen des Zuges, einschließlich der an der zweiten Locomotive, von der ersten Locomotive aus bedient werden können. Die Verbindung zwischen dem Tender und der zweiten Locomotive erfolgt ebenfalls mittelst einer Schlauchkuppelung.

Der **Bremscylinder.** Fig. 597. Dieser bildet die eigentliche Bremsvorrichtung. Er ist durch den mit einer Lederstulpe abgedichteten Kolben in die beiden Räume G und H getheilt, welche jedoch durch eine kleine Nuthe s in der Cylinderwandung mit einander in Verbindung stehen. Eine zwischen Kolben und Cylinderdeckel eingespannte Feder t erhält den Kolben in der gezeichneten Lage, d. i. die Ruhelage (Bremsen los), oder drückt ihn dahin, wenn der Bremscylinder bei gänzlicher Entleerung von Luft außer Thätigkeit ist. Die Kolbenstange d wird in der Stopfbüchse m geführt, welche mit doppelten Lederstulpen und mit Talg gefetteter Hanfliederung gedichtet ist. Gegen die Hanfstopfbüchsen haben sich Bedenken erhoben, indem dieselben unzuverlässig sein sollen. Es sind in jüngster Zeit deshalb auch Stulpendichtungen ohne Hanf (Wenger'sche) zur Anwendung gekommen. Zwischen dem nach innen verlängerten Halse der Stopfbüchse und der vortretenden Kolbennabe liegt ein Ring r r aus Schweinsleder, welcher hier die Dichtung übernimmt, so daß in der gezeichneten Stellung des Kolbens aus dem Raume H keine Luft zur Stopfbüchse gelangen und so entweichen kann. Die Stopfbüchse wird also durch

diesen Ring r r entlastet. Auch die Deckeldichtungsringe sind aus Schweinsleder. Gummi hat sich nicht bewährt, da es von dem in den Bremscylinder gelangenden Petroleum angegriffen wird. Die Kolbenstange d ist bei n in die Kolbennabe geschraubt, beide sind, wie ersichtlich, hohl. Bei N tritt die verdichtete Luft aus der Hauptleitung in den Raum G des Bremscylinders und drückt den Kolben nach links bis in die gezeichnete Stellung, wenn er daselbst noch nicht stehen sollte. Durch die kleine Nuthe s tritt die Luft auch in den Raum H, so daß nach kurzer Zeit an beiden Seiten des Kolbens die gleiche Luftspannung herrscht. Abgesehen von der Feder f, welche den Kolben nach links drückt und ihn in dieser Lage erhält, besorgt dieses auch der Luftdruck allein; es ist nämlich nach

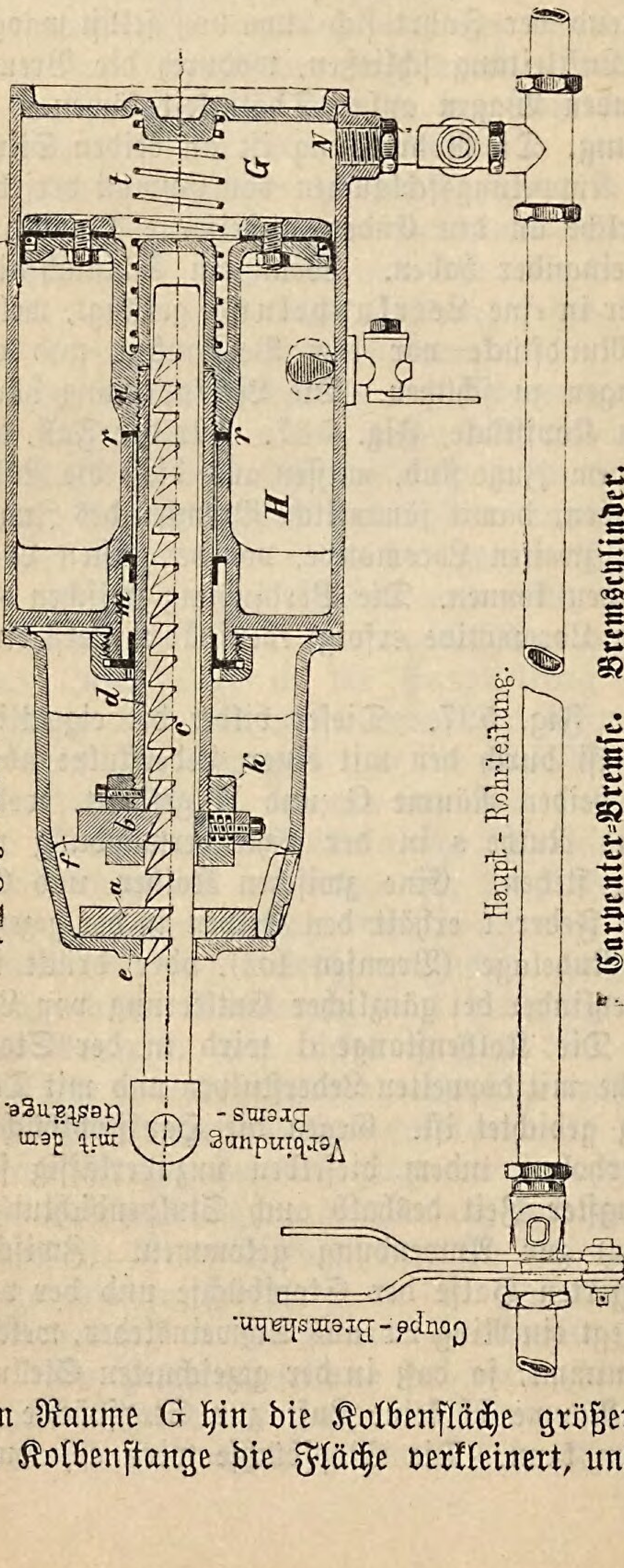



Fig. 597. Carpenter-Bremse. Bremscylinder.

dem Raume G hin die Kolbenfläche größer als nach H, da hier die Kolbenstange die Fläche verkleinert, und ist dieserhalb trotz der

gleichen Luftspannung in G und H dennoch in G der Druck auf den Kolben größer.

Wenn in der Hauptleitung kleine Undichtigkeiten sein sollten, welche etwas Luft entweichen lassen, so nimmt auch die Spannung in G ab, es dringt jedoch sofort aus H durch s Luft nach, so daß in H und G immer eine gleiche Luftspannung bleibt.

Bei der Besprechung des Reductionsventiles führten wir an, daß das kleine Ventil desselben bei geringen Druckverlusten in der Hauptleitung Luft aus dem Luftbehälter durchlasse und die Spannung von 4 Atm. wiederherstelle; dieses kleine Ventil also in Verbindung mit dem kleinen Schlitze s in der Wandung des Bremscylinders bewirken, daß stets vor und hinter dem Kolben eine gleich große Luftspannung und zwar von 4 Atm. ist. In Folge von Undichtigkeiten wird also der Kolben sich nie selbstthätig in Bewegung setzen und eine selbstthätige Bremsung (ohne den Willen des Führers) eintreten können.

In der hohlen Kolbenstange d liegt die Zahnstange c, an deren Ende sich das Bremsgestänge schließt. Wir kommen auf den Zweck dieser Zahnstange und einiger anderen Theile noch zurück.

Bedienung und Bremswirkung der Carpenter-Bremse. Der Führer hat dafür zu sorgen, daß in dem Luftbehälter stets eine Luftspannung von 6 Atm. ist. Je nach Bedürfniß hat er die Luftpumpe schneller oder langsamer arbeiten zu lassen. Ganz abgestellt darf die Luftpumpe während der Fahrt nicht werden. Wenn der Handhebel des Bremshahnes in der Stellung I (Fig. 594 u. 598) (ganz links) liegt, so tritt die Luft des Luftbehälters, nachdem deren Spannung durch das Reductionsventil auf 4 Atm. ermäßigt ist, durch den Ansatz B, den Schlitz h des Drehschiebers, die Oeffnung c des Schiebergehäuses und den Ansatz O in die Hauptrohrleitung und in die Bremscylinder vor und hinter den Kolben. Bei dieser gleichmäßigen Spannung von 4 Atm. vor und hinter dem Bremskolben sind die Bremsen gelöst, die Bremsklötze stehen also von den Rädern ab.

Soll gebremst werden, so bringt der Locomotivführer den Bremshahn-Hebel schnell in die Stellung II (ganz rechts) (Fig. 594 und 599), wodurch der Schlitz h des Schiebers von der Oeffnung c fortrückt, es kommen also Luftbehälter und Hauptrohrleitung außer Verbindung, der Schieber sperrt sie in der Stellung II von einander ab. Während der Schlitz h von der Oeffnung c

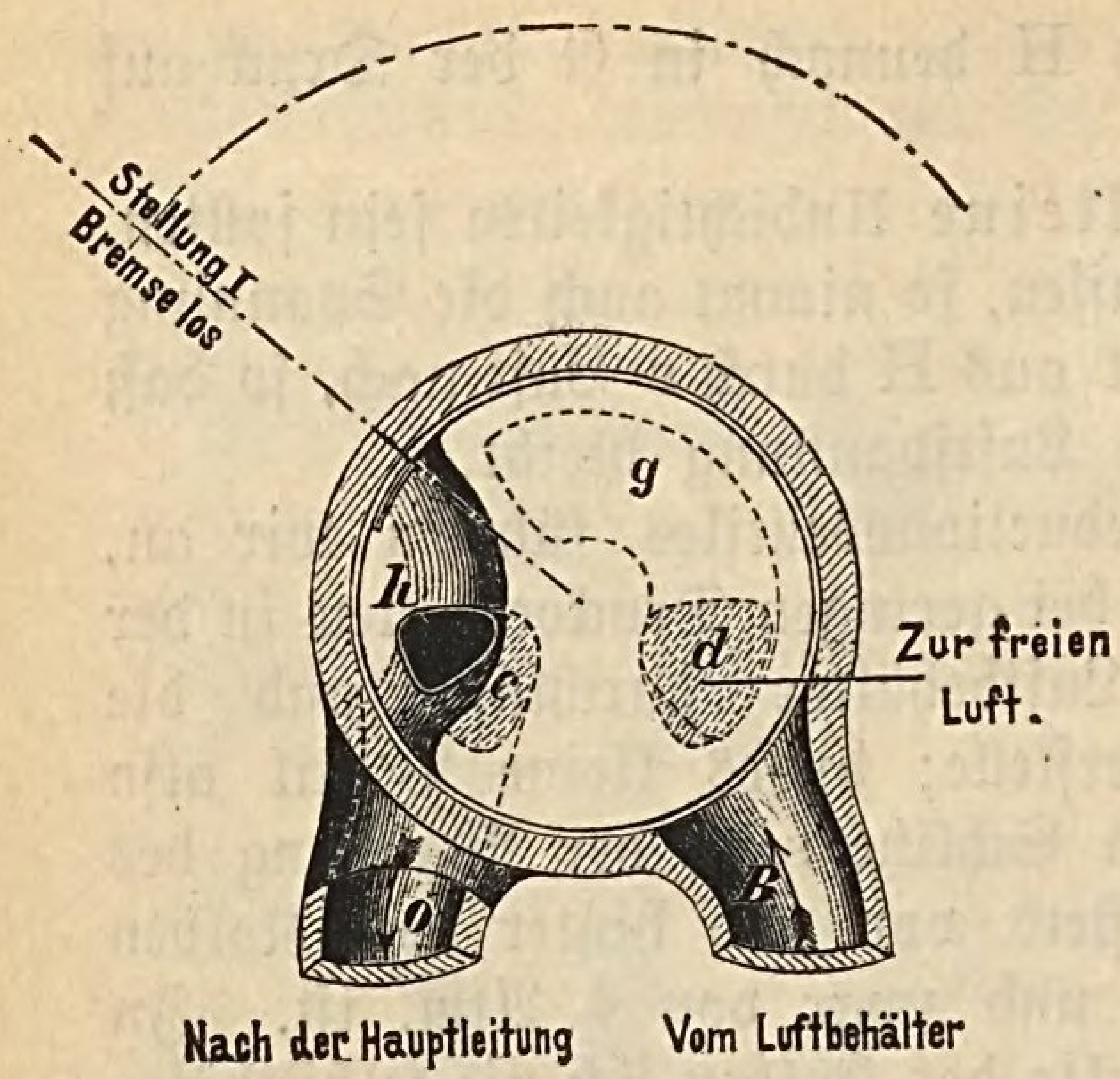



Fig. 598.

**Stellung I.**

Die Luft tritt durch den Ansatz B, den Schlitz h des Drehschiebers, die Oeffnung c im Boden des Schiebergehäuses und den Ansatz o in die Hauptluftleitung und den Bremscylinder vor und hinter den Kolben: Die Bremsen sind gelöst.

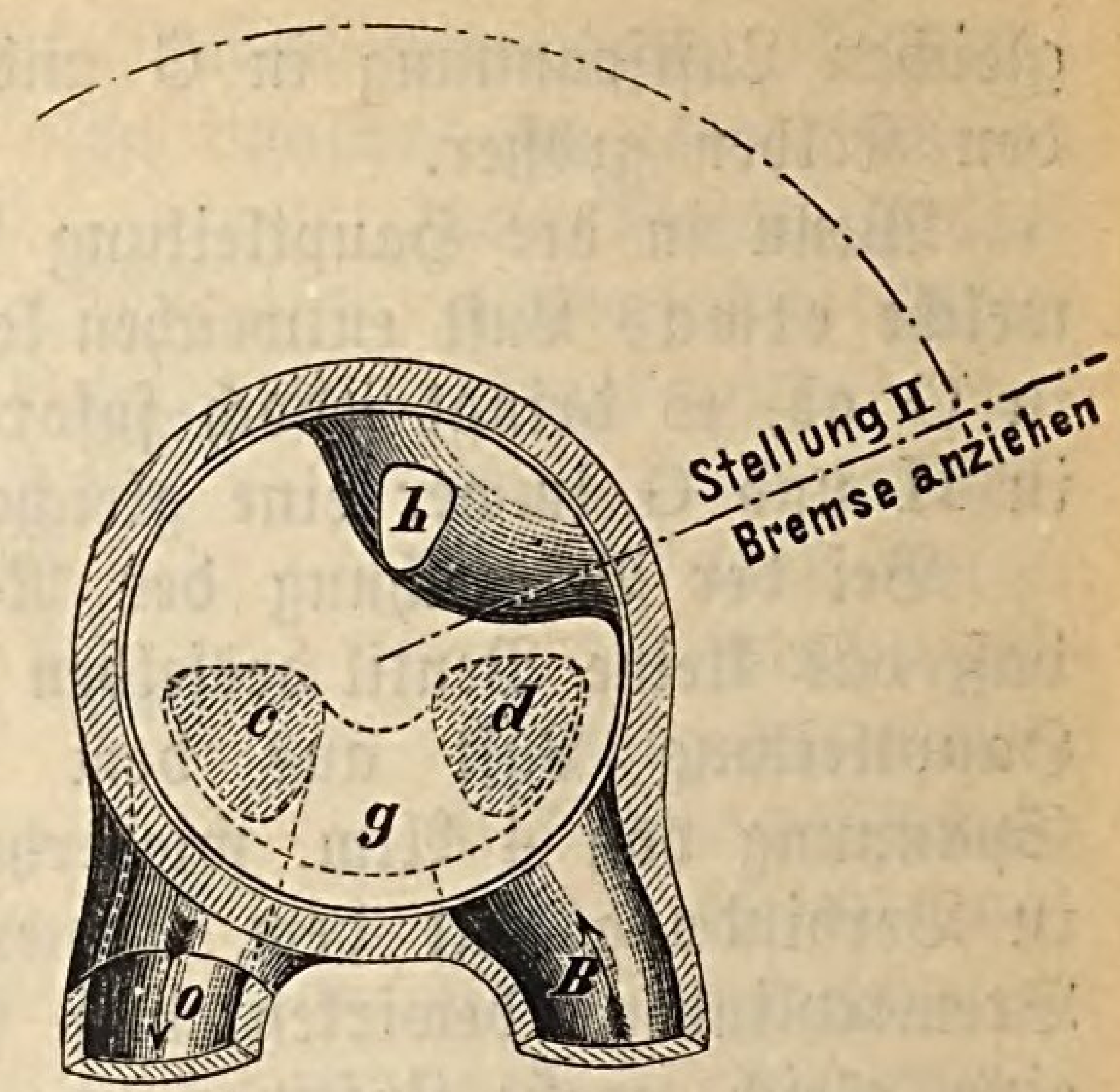



Fig. 599

**Stellung II.**

Der Schieberschlitz h ist von der Oeffnung c fortgerückt; Hauptleitung und Luftbehälter sind außer Verbindung gekommen, der Schieber sperrt sie von einander ab. Die Schieberhöhlung g ist über c getreten, es stehen c und d in Verbindung, die gepreßte Luft entweicht aus der Luftleitung und den Räumen G der Bremscylinder: Die Bremsen schließen sich.

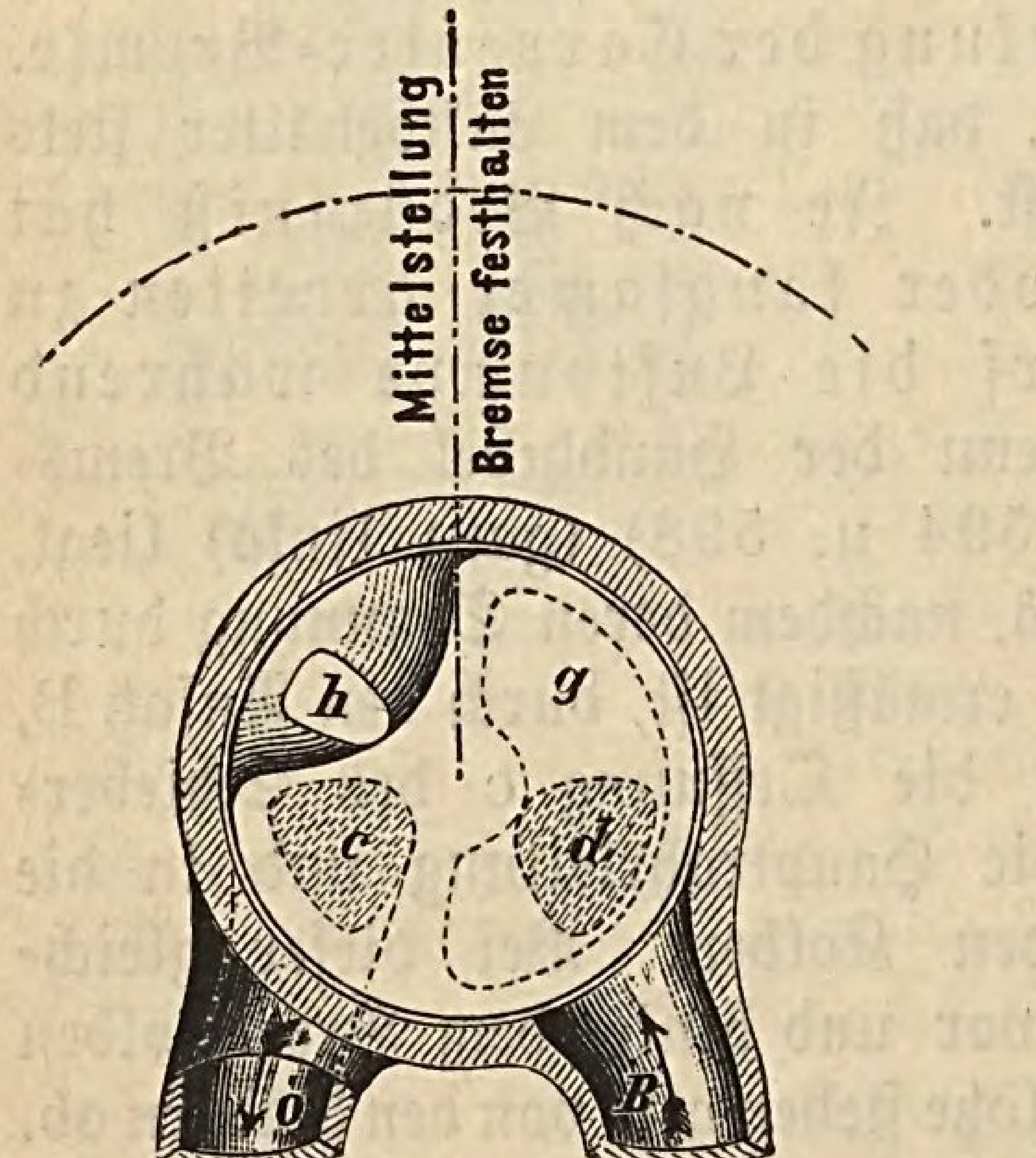



Fig. 600.

**Mittelstellung.**

Die Schieberhöhlung g ist von c wieder fortgerückt; die Verbindung zwischen Luftbehälter, Luftleitung und äußerer Luft hat aufgehört, die in den Bremscylindern vorhandene Luftspannung an der einen Seite bleibt ungeändert: Bremsen werden festgehalten.

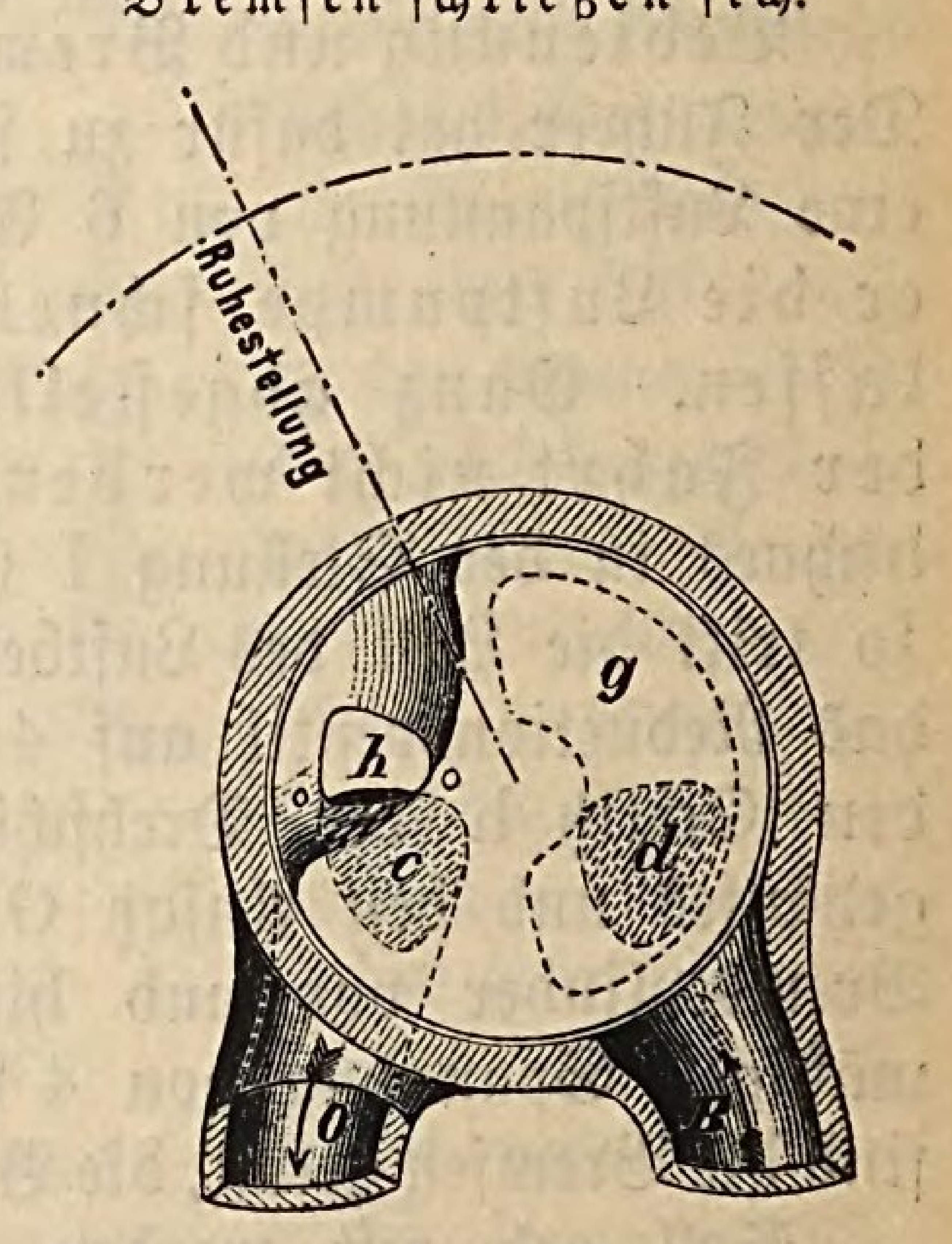



Fig. 601.

**Ruhestellung.**

Der Schlitz h des Schiebers greift etwas über c. Die kleine Oeffnung o o läßt hinreichend Ersatzluft aus dem Luftbehälter in die Luftleitung. Beim Bremsen vom Coupé aus läßt die kleine Oeffnung die Luft aus dem Luftbehälter nicht viel entweichen, die Bremsung erfolgt dadurch schneller.

fortrückt, tritt die Schieberhöhlung g über dieselbe, es sind in der Stellung II c und d durch diese Höhlung verbunden und steht somit die Hauptrohrleitung mit der freien Luft in Verbindung; es entweicht bei der Stellung II die gepreßte Luft aus der Luftleitung und den Räumen G der Bremscylinder durch den Bremshahn in's Freie.

Die in dem Raume H des Bremscylinders befindliche gespannte Luft kann durch den kleinen Schlitz s nur mäßig entweichen, der Kolben wird durch den sofort eintretenden Ueberdruck in H nach rechts und alsbald soweit in G hineingeschoben, daß die Verbindung zwischen H und G durch s überhaupt aufhört. Die gespannte Luft ist dann völlig in H abgesperrt und wirkt mit voller Kraft, drückt also die Bremsklötze mittelst des an die Kolbenstange sich anschließenden Bremsgehänges fest an die Räder.

Wenn nun der Führer den Hebel des Bremshahnes in die Mittelstellung (Fig. 594 und 600) bringt, so rückt die Schieberhöhlung G von der Oeffnung c wieder fort, es hört also auch die Verbindung zwischen Hauptbehälter, Leitung und äußerer Luft auf und der in den Bremscylindern vorhandene Zustand bleibt ungeändert, sind also die Bremsen geschlossen, so werden sie mit derselben Kraft festgehalten.

Die Bremswirkung ist um so vollkommener, je größer der Luftdruck in dem Raume H gegen den in G und der Hauptleitung ist, also am größten, wenn die Hauptleitung keine gespannte Luft hat. Der Führer kann durch den Bremshahn, wenn er denselben nämlich aus der Mittelstellung etwas nach links dreht, mehr oder weniger Luft in die Leitung lassen (er bringt den Schlitz h des Schiebers dadurch etwas über die Oeffnung c), also die Bremswirkung nach Belieben mindern und durch Zurückstellung des Bremshahnhebels in die Mittelstellung die verminderte Bremswirkung beibehalten. Ebenso kann der Führer durch Drehen des Bremshahnes aus der Mittelstellung nach rechts mehr oder weniger Luft aus der Leitung auslassen (er bringt c und d dadurch durch die Schieberhöhlung g etwas in Verbindung), also dadurch eine größere Bremswirkung erzielen und auch diese durch Zurückstellen des Bremshahnhebels auf die Mittelstellung beibehalten; es kann also mit einem Worte die Bremswirkung geregelt werden, und zwar ohne daß vorher die geschlossenen Bremsen gelöst zu werden brauchen.

Wenn eine Zugtrennung eintritt und dadurch die Luftleitung

reißt, oder wenn ein Coupéhahn (s. weiter) geöffnet wird, so entweicht die Luft aus der Luftleitung, und es tritt die selbstständige Bremsung des Zuges ein. Soweit der Bremshahn bis jetzt besprochen ist, wird in einem solchen Falle auch sämmtliche Luft aus dem Luftbehälter entweichen, welche dann durch die Luftpumpe ersetzt werden muß, was nur in längerer Zeit bei schnellem Ingangsetzen der Pumpe bewirkt werden kann. Für die selbstthätige Bremsung des Zuges ist es nur erforderlich, daß die Luft aus der Hauptleitung entweicht, und die Entweichung der Luft aus dem Luftbehälter erfordert Zeit, welche für das schnelle Bremsen verloren geht.

Um nun beim Bremsen vom Coupé aus den Verlust der Luft aus dem Luftbehälter zu verhindern und dadurch gleichzeitig ein schnelleres Bremsen zu bewirken, bringt der Führer beim Fahren den Bremshahnschieber in die „Ruhestellung", welche zwischen der Stellung I und der Mittelstellung liegt. Fig. 594 und 601.

In dieser Ruhestellung greift der Schlitz h des Schiebers nur ein klein wenig über c; die kleine Oeffnung o o ist gerade hinreichend, um der erforderlichen Ersatzluft aus dem Luftbehälter nach der Hauptleitung den Durchgang zu gestatten. (In Folge von Undichtigkeiten treten Luftverluste ein.) Beim Bremsen vom Coupé aus wird nun die im Luftbehälter aufgespeicherte Luft zurückgehalten, es erfolgt eine schnellere Bremswirkung und das Leitungsmanometer zeigt die erfolgte Bremsung dem Locomotivführer schneller an.

Der Handgriff des Bremshahnes ist in neuerer Zeit mit einer Einfallklinke versehen worden, Fig. 594, und soll diese Klinke dazu dienen, um die während der Fahrt einzuhaltende Ruhestellung richtig zu bezeichnen.

Um den Locomotivführer desto sicherer zu veranlassen, den Handgriff während der Fahrt in die Ruhestellung zu bringen, ist das Gehäuse des Bremshahnes derart durchbohrt und der Drehschieber an einer gewissen Stelle entsprechend abgefast, daß in der Stellung I „Bremsen los" ein deutlich hörbares Pfeifen durch die ausströmende Luft hervorgebracht wird, wodurch der Führer daran erinnert wird, den Griff in die richtige Stellung (Ruhestellung) zu bringen, wo dieses Pfeifen aufhört.

**Wenn zwei Maschinen mit Carpenter-Bremse vor dem Zuge sind,** in welchem Fall das Bremsen von der vorderen allein erfolgt, **so muß auf der hinteren Maschine der Bremshahnhebel auf**

**die Mittelstellung gestellt und während der ganzen Fahrt unverändert auf derselben gelassen werden.** Geschieht dieses nicht, sondern der Führer der hinteren Locomotive stellt den Bremshahnhebel aus Gewohnheit (weil er in der Regel ohne Vorspann fährt) auf „Bremsen los“, so muß beim Bremsen durch die vordere Locomotive erst der ganze Luftvorrath aus dem Luftbehälter der hinteren Locomotive entweichen, bevor die Bremsen des Zuges in Thätigkeit treten; damit kann in einem Nothfalle eine sehr nöthige und kostbare Zeit verloren gehen.

Abgesehen von einer bereits vorhandenen Gefahr, kann durch das Versehen des Führers der zweiten Locomotive, den Bremshahnhebel auf „Bremsen los“ zu stellen und stehen zu lassen, eine Gefahr herbeigeführt werden, indem der erste Führer, welcher die falsche Handhabung der Carpenter-Bremse auf der zweiten Maschine nicht vermuthet, nun zu spät bremst und den Zug nicht rechtzeitig und an der richtigen Stelle zum Halten bringt.

Wenn die Bremsen gelöst werden sollen, so kann auch auf der zweiten Maschine der Griff des Bremshahns vorübergehend in die Position I gebracht werden, um das Lösen der Bremsen zu erleichtern.

**Coupéhahn.** Da die Bremswirkung eintritt, wenn die Luft aus der Hauptrohrleitung entweicht, so erfolgt bei einer Zugtrennung und dem dadurch herbeigeführten Reißen der Luftleitung die Selbstbremsung des Zuges, welcher Umstand die Carpenter-Bremse zu einer selbstthätigen macht.

Um die Bremsung in Nothfällen (Achsbruch, Entgleisung, Feuer im Zuge ꝛc.) von jedem Coupé aus bewirken zu können, sind in die Leitung eines jeden Personenwagens ein oder zwei Hähne (Coupéhähne) eingeschaltet (Fig. 597), welche für gewöhnlich geschlossen sind. Von denselben führen Zugstangen nach jedem Coupé, von welchem aus durch Drehen an einem Hebel der Coupéhahn geöffnet werden kann, worauf die Luft aus der Leitung entweicht und die Bremsung des Zuges eintritt. Dieses bemerkt der Führer an der verminderten Geschwindigkeit oder an der an dem Leitungsmanometer erkennbaren Abnahme des Druckes in der Hauptleitung, worauf er ebenfalls die Luft ausläßt und den Zug möglichst schnell zum Stillstande bringt.

In den Coupés befinden sich Anschlagzettel, welche die Reisenden über den Gebrauch der Bremse belehren. Der Griff des Coupéhahnes ist verschnürt und bleiversiegelt, es kann also nur nach

Zerreißen der Schnur der Coupéhahn geöffnet werden und bleibt so ersichtlich, von welchem Coupé aus gebremst ist.

Von der Hauptrohrleitung führt eine Abzweigung in das Zugführercoupé, in welchem ebenfalls ein Auslaßhahn zum Bremsen für den Nothfall vorhanden ist. Außerdem schließt sich an diese Zweigleitung ein Manometer, so daß der Zugführer ablesen kann, welche Luftspannung in der Hauptrohrleitung, also wie groß die Bremswirkung ist.

Die **Bremsklotzregulirung.** Wir kehren zu dem Bremscylinder zurück, da noch nicht alle Theile desselben erklärt sind.

Bekanntlich müssen bei einer gewöhnlichen Bremse die Bremsgestänge mit der Zeit nachgestellt werden, wenn nämlich die Bremsklötze oder die Radreifen durch Verschleiß dünner geworden sind. Dieses Nachstellen des Bremsgestänges besorgt die Carpenter-Bremse selbstthätig und zwar ist die Nachstellvorrichtung mit dem Bremscylinder verbunden und wie folgt eingerichtet.

Die Kolbenstange d ist hohl und hat vorn die aufgeschraubte und gegen Verdrehen durch eine Stellschraube gesicherte Mutter k. In der hohlen Kolbenstange liegt die Zahnstange c, welche durch den in dem Kopfe k liegenden und in eine Zahnlücke eingreifenden Schieber (Platte) b gezwungen wird, an den Bewegungen der Kolbenstange Theil zu nehmen; eine kleine Schneckenfeder hält den Schieber b in der Zahnlücke fest. Eine zweite Platte (Sperrplatte) a reitet ebenso auf der Zahnstange und wird schon vermöge ihrer Schwere in der Zahnlücke festgehalten, jedoch hat man jetzt auch dieser Sperrplatte a eine ebensolche Feder wie dem Schieber b gegeben, um die Unsicherheit der Wirkung zu vermindern.

Solange die Bremsklötze bei gelöster Bremse den richtigen Abstand von den Radreifen haben, also auch der Bremskolben den richtigen Hub hat, machen die beiden Platten a und b unbehindert die Bewegung der Kolbenstange mit. Der Weg der Platte a ist begrenzt, einerseits durch die Wand e, andererseits durch die Rippen f f (im Längsschnitt ist nur eine davon zu sehen) des Cylinders. Die Entfernung von f bis zur Platte a ist gleich dem festgesetzten Kolbenhube. Wenn dieser (also auch der Anzug des Bremsgestänges) in Folge Verschleißes der Bremsklötze größer werden muß, damit beim Bremsen die Klötze zum Anliegen kommen, so stößt beim Vorgehen des Kolbens (nach rechts) die Platte a vor die Rippen f f, sie schiebt sich in die Höhe und allmählich so

hoch, daß sie über einen Zahn weg in die nächste Zahnlücke (nach links) fällt. Beim Zurückgange des Kolbens (nach links) wird die Platte a durch die Wand e aufgehalten und dadurch die Zahnstange gehemmt, während die hohle Kolbenstange mit dem Schieber b sich weiterbewegt, wobei b sich über einen Zahn fortschiebt und ebenfalls in die nächste Zahnlücke (nach links) fällt. Es hat hierdurch die Zahnstange sich um eine Zahntheilung weiter in die hohle Kolbenstange geschoben und um dieselbe Entfernung ist das Bremsgestänge gekürzt, und es sind um dasselbe Maß, getheilt durch die Hebelübersetzung, die abgenutzten Bremsklötze näher an die Radreifen herangebracht. Zum Anziehen ist demnach nur wieder der festgesetzte Kolbenhub nöthig.

Dieses Spiel wiederholt sich, so oft die Bremsklötze um ein gewisses Maß über das richtige von den Radreifen abstehen.

Wenn der Kolbenhub auf 50 mm festgesetzt ist, so wird die Entfernung von e bis f ebenso groß bemessen; ist die Zahntheilung gleich 25 mm, so wird bei einem Kolbenhube von $50 + 25 = 75$ mm die Platte a um eine Zahntheilung weitergeschoben und dadurch der Kolbenhub auf 50 mm zurückgeführt.

Diese selbstthätige Bremsklotzregelung hat noch den großen Vortheil, daß der Raum G, welcher bei allen Bremscylindern beim jedesmaligen Bremsen ganz oder theilweise von gespannter Luft entleert wird, klein gehalten, also das nachherige Füllen beim Entbremsen schnell wieder bewirkt werden kann.

Ein weiterer Vortheil ist, daß in den Räumen H die Luftspannung nur unbedeutend schwankt, weil die Größe von H sich wenig ändert, es wird also bei gleicher Druckverminderung in der Hauptrohrleitung der Kolben stets mit annähernd gleicher Kraft vorgeschoben, d. h. gleich kräftig gebremst; man kann also an der durch das Leitungsmanometer angezeigten Druckverminderung in der Leitung die ausgeübte Bremskraft beurtheilen und die an einer anderen Stelle schon erwähnte Gradtheilung an dem Leitungsmanometer für die Bremswirkung einrichten.

## Zusammenstellung der wichtigsten Vorschriften für den Locomotivführer bei Unterhaltung und Bedienung der Carpenter-Bremse.

1. Der Locomotivführer ist für den guten Zustand der Carpenter-Bremse an der Locomotive, ebenso wie für den der von ihm übernommenen Locomotive selbst verantwortlich.

2. Zur Schmierung des **Luftcylinders** der Luftpumpe darf **nur reines Petroleum** verwendet werden. Es hat sich im Betriebe ergeben, daß Petroleum allein nicht vollkommen zur Schmierung hinreicht, es wird seines mangelnden Fettgehaltes wegen nothwendig, demselben $^1/_3$—$^1/_2$ des Gewichtes an reinem Talg hinzuzufügen. Anderes Fett eignet sich der eintretenden Verharzung wegen nicht. Der Dampfcylinder der Luftpumpe wird mit gewöhnlichem Schmieröl gefettet.

3. Das im Hauptluftbehälter sich ansammelnde Wasser ist in Zeiträumen von 3—6 Monaten abzulassen. (Siehe Seite 546 die **Möglichkeit einer Explosion.**)

4. Bei 6 Atm. Luftspannung im Hauptluftbehälter darf die in der Hauptleitung nicht mehr oder weniger als 4 Atm. sein. Bei erheblicher Abweichung ist die Regelung des Reductionsventils vorzunehmen.

5. Vor dem Ankuppeln der Maschine an den Zug muß bei 6 Atm. Spannung im Luftbehälter die Wirksamkeit der Tender- bezw. der Triebradbremse untersucht werden.

6. Die Locomotive ist mit 6 Atm. Luftspannung im Hauptbehälter so zeitig vor den Zug zu setzen, daß vor Abfahrt die Bremsen am Zuge geprobt werden können.

7. Nach dem Einhängen der Schraubenkuppelung sind die Schlauchkuppelungen zwischen Tender und Wagen zu verbinden und die Absperrhähne an beiden zu öffnen, indem die Hahngriffe waagerecht gestellt werden. Der Absperrhahn vorn an der Locomotive bleibt geschlossen. Der Locomotivführer hat die regelrechte Ausführung zu überwachen.

8. Nach dem Ankuppeln hat der Führer vom Luftbehälter aus die Hauptrohrleitung und die Bremscylinder der Wagen mit Luft zu füllen und durch schnelleren Gang der Luftpumpe die Spannung von 6 Atm. im Luftbehälter wiederherzustellen.

Dadurch, daß der Führer den Bremshahn in die Mittelstellung bringt, werden Luftbehälter und Leitung von einander und von der äußeren Luft abgesperrt; wenn der Druck in dem Leitungsmanometer nur langsam und wenig abnimmt, so ist die Leitung genügend dicht.

9. Durch Auslassen der Luft aus der Leitung (Griff des Bremshahnes nach rechts zu stellen) wird **zur Probe gebremst** und untersucht, ob alle Bremsen gleichmäßig in Thätigkeit treten und während der Bremsung darin verbleiben. Beim Lösen der Bremsen

muß dasselbe bei allen Wagen sofort eintreten und an keinem Wagen ein Schleifen der Bremsklötze stattfinden.

10. Während der Fahrt ist die Arbeit der Luftpumpe so zu regeln, daß in dem Luftbehälter stets eine Luftspannung von 6 Atm. und in der Leitung eine solche von 4 Atm. ist. Bei sehr langen Zügen darf in dem Luftbehälter die Spannung höchstens 8 Atm. sein. Vollständig außer Thätigkeit darf die Luftpumpe während der Fahrt nicht sein.

11. Beim Einfahren in die Bahnhöfe, auf Gefällen und überhaupt wenn langsamer gefahren werden muß, ist die Bremswirkung so zu regeln, daß Stöße im Zuge vermieden werden. Der Bremshahn ist beim Bremsen stets schnell und vollständig umzustellen (Position II), damit die Luft plötzlich entweicht und die Bremswirkung sofort eintritt; demnächst ist diese von der Mittelstellung des Bremshahnes aus weiter zu regeln, wobei am Leitungsmanometer zu sehen ist, mit welcher Kraft gebremst wird. Um die Bremsen möglichst schnell wieder lösen zu können (was durch schnellste Füllung der Hauptrohrleitung mit gespannter Luft geschieht), ist es nöthig, **die Luftpumpe nach jeder Bremsung in schnelleren Gang zu setzen.**

12. Wenn vom Zuge aus gebremst wird, so hat der Locomotivführer, sobald er dieses an der Verminderung der Zuggeschwindigkeit oder durch das Leitungsmanometer an der Abnahme des Druckes in der Hauptleitung bemerkt, von der Maschine aus ebenfalls schleunigst zu bremsen und, wie unter 11 angegeben, die Luftpumpe in schnelleren Gang zu bringen, um nach dem Schließen des Coupéhahnes die Bremsen schnell wieder lösen zu können.

13. Wenn zwei mit Luftdruckbremsen ausgerüstete Maschinen vor dem Zuge sind, so werden die Schlauchkuppelungen dieser in der gewöhnlichen Weise verbunden und die zugehörigen Absperrhähne geöffnet. Der Absperrhahn an der Stirnseite der vorderen Locomotive bleibt geschlossen.

Der Führer der vorderen Maschine übernimmt die Bremsung des Zuges. Der **Bremshahn der zweiten Maschine muß während der Fahrt stets auf der Mittelstellung stehen** und der Hauptluftbehälter derselben muß in voller Füllung gehalten werden.

Wenn der Zug zum Stillstand gekommen, soll die **Entbremsung durch den Führer der zweiten Locomotive erfolgen,** während der Bremshahn der vorderen Maschine auf der Mittelstellung verbleibt,

damit die Spannung im Luftbehälter der ersten Maschine nicht zu sehr sinkt.

Nach dem Lösen der Bremsen und wenn der Druck in der Leitung wieder 4 Atm. ist, jedenfalls aber vor der Abfahrt, **stellt der Führer der zweiten Locomotive den Bremshahn wieder auf die Mittelstellung** und der vordere Führer den Bremshahn auf die **Ruhestellung** (Bremsen los).

14. Wenn der Zug **auf freier Strecke** hält, so **erfolgt das Lösen der Bremse** nur **durch den Führer der ersteren Maschine.**

15. Wenn die vordere Locomotive keine Luftdruckbremse hat oder diese schadhaft ist, so muß der zweite Führer das Bremsen auf Veranlassung (Bremssignal) des vorderen besorgen.

16. Das Abkuppeln der Locomotive vom Zuge darf erst geschehen, nachdem die Bremsen von der Locomotive aus gelöst sind. Geschieht dieses nicht, so müssen alle Bremscylinder einzeln von Luft entleert werden, wenn eine Locomotive ohne Luftdruckbremse den Zug übernimmt oder die Wagen verschieben soll. Die Entleerung der Cylinder von Luft ist zeitraubend, auch kann es dabei vorkommen, daß bei nicht vollständigem Ablassen der Luft die Bremsklötze später schleifen.

17. Nach dem Lösen der Bremsen müssen die Absperrhähne am Wagen und Tender geschlossen, die Schlauchkuppelungen gelöst, und diese sofort in die Leerkuppelungen gehängt werden.

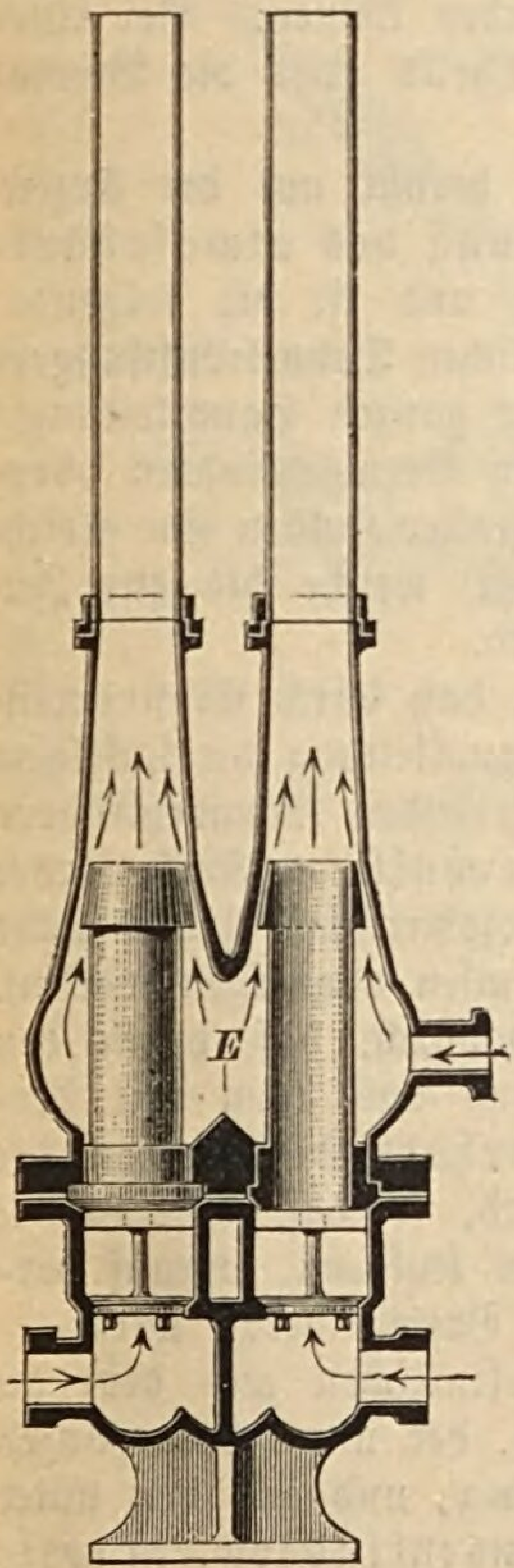
18. Schäden an der Carpenter-Bremse, sowie besondere Beobachtungen und Erfahrungen hat der Locomotivführer nach Beendigung der Fahrt zu melden.

## Die Vacuumbremse von Smith.

Während die beiden vorher beschriebenen Bremsen mit gepreßter Luft arbeiten, erfolgt bei der Smith'schen Bremse die Bremsung nach Herstellung einer Luftleere (Vacuum), oder richtiger Luftverdünnung, durch den natürlichen Luftdruck, sie ist also eigentlich auch eine Luftdruckbremse. Die Luftverdünnung wird durch ein auf der Locomotive angebrachtes Dampfstrahlgebläse, Luftsauger (Ejector), Fig. 602, hervorgebracht. Wenn gebremst werden soll, läßt der Führer Dampf in den Luftsauger, welcher die Luft mit sich reißt und so in der Rohrleitung und den mit derselben in Verbindung stehenden Bremscylindern B, Fig. 603, eine Luftverdünnung bewirkt. Die Bremscylinder sind runde, im

Innern durch eiserne Ringe r r verstärkte Gummibehälter mit gußeisernen Böden d und e. Der Boden d ist mit dem Untergestell fest verbunden. Sobald in dem Behälter B eine Luftleere erzeugt ist, so drückt die äußere Luft auf den beweglichen Boden e.

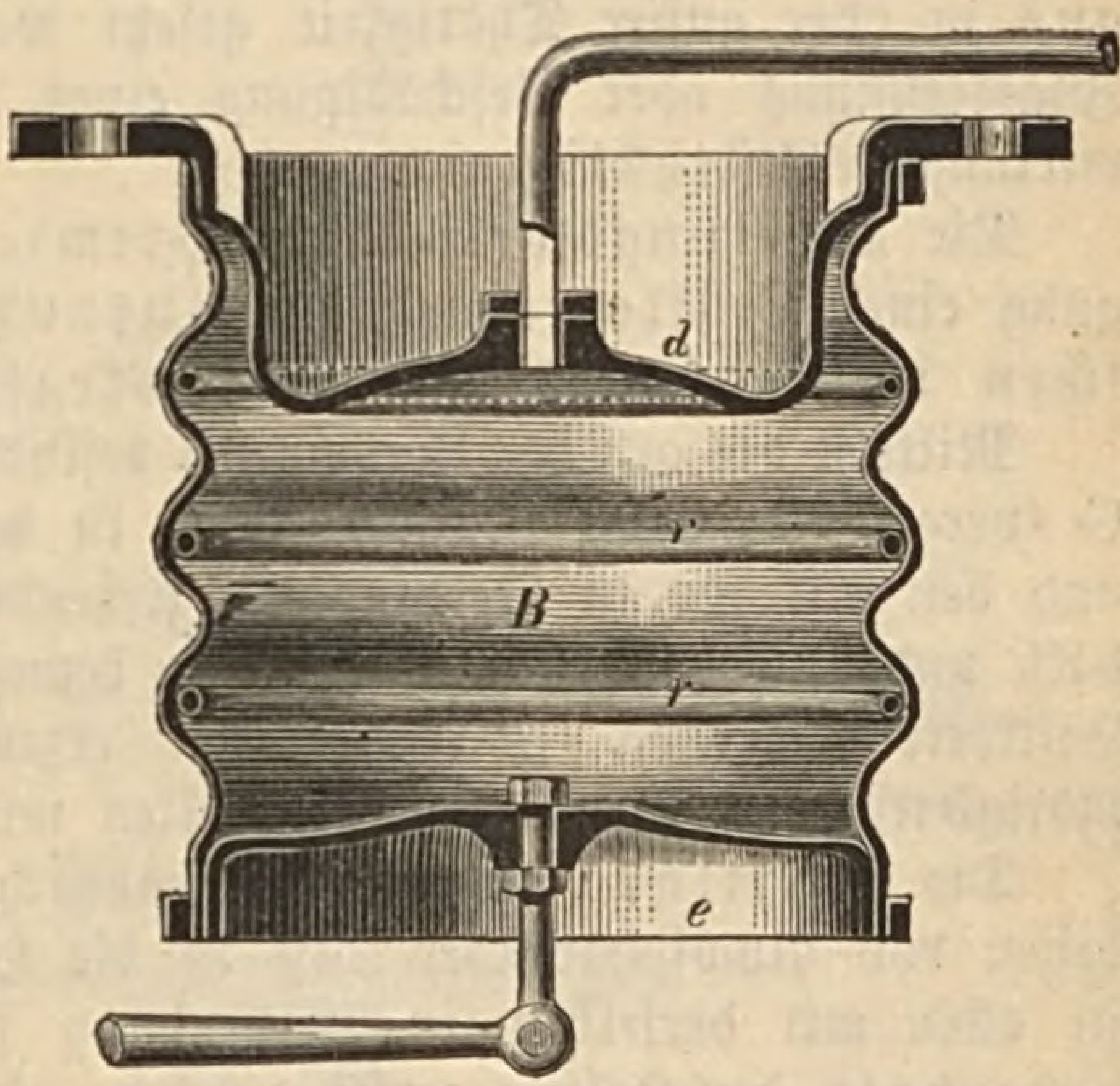
Fig. 602.




**Luftsauger.**

Fig. 603.

*Luftleitung.*




*Nach dem Bremsgestänge.*

**Bremscylinder von Smith.**

Die Falten des Gummibehälters legen sich zusammen und die Bremse wird angezogen. Wenn die Bremsung aufhören soll, so wird der Luftsauger abgestellt und durch Oeffnen einer Luftklappe auf der Locomotive Luft in den Bremscylinder gelassen, so daß der Druckunterschied zwischen der im Gummibehälter befindlichen Luft und der freien Atmosphäre aufgehoben wird. In Folge seiner Federkraft dehnt sich der Gummibehälter wieder aus, die Bremsklötze lösen sich von den Rädern. Diese Vacuumbremse ist durchgehend, aber nicht selbstthätig, sie tritt beim Abreißen des Zuges nicht in Thätigkeit.

## Die Vacuumbremse von Hardy.

(Anmerkung. Für die Beschreibung wurde eine von der Gesellschaft herausgegebene Broschüre benutzt.)

Die Hardy'sche, in Oesterreich-Ungarn zu weiter Verbreitung gekommene Anordnung gehört zu den durchlaufenden Bremsen, da durch sie sämmtliche Bremsen eines Zuges von einer Stelle aus in oder außer Thätigkeit gesetzt werden können. Bei einer Zugstrennung oder Beschädigung eines Theils tritt die Bremswirkung selbstthätig ein.

Die Wirkungsweise der Bremse beruht auf der Erzeugung einer Luftleere und der Ausnutzung des atmosphärischen Ueberdruckes als Bremskraft und ist die folgende:

Mittelst des auf der Locomotive befindlichen **Doppel-Luftsaugers** G (vergl. Fig. 604 u. 605) wird in der ganzen Hauptleitung f und den mit ihr in Verbindung stehenden Bremscylindern oberhalb und unterhalb sich in letzteren bewegender Kolben eine gleiche Luftleere von etwa 1/2 Atmosphäre erzeugt, welche bis zur Inthätigkeitsetzung der Bremsen erhalten wird.

Die Bremsung erfolgt nun dadurch, daß durch Einströmenlassen von atmosphärischer Luft in die Hauptleitung die Luftleere in allen mit derselben in Verbindung stehenden Bremscylindern unterhalb der Kolben zerstört wird, oberhalb der Kolben aber erhalten bleibt, so daß in Folge des atmosphärischen Ueberdruckes die Kolben gehoben und hierdurch die Bremsen angezogen werden.

Die Entbremsung erfolgt sodann dadurch, daß durch den Doppelluftsauger aus der Hauptleitung und aus allen mit denselben verbundenen Bremscylindern unterhalb der Kolben die atmosphärische Luft wieder eingesaugt wird, so daß daselbst die gleiche Luftleere herrscht, wie oberhalb des Kolbens, worauf derselbe wieder herabsinkt und hierdurch die Bremse gelöst wird.

Die Bremse besteht demnach im Wesentlichen aus dem an der Locomotive angebrachten Luftsauger, der unter dem ganzen Zuge entlangführenden Hauptrohrleitung, und aus den unter den einzelnen Fahrzeugen befindlichen Bremscylindern, in denen sich die oben erwähnten Kolben bewegen und dabei die Bremsklötze anpressen oder lösen.

Der Combinationsejector oder Doppel-Luftsauger besteht aus zwei ineinandergesteckten Ejectoren A und B, von denen der erstere und größere den Zweck hat, das erste Vacuum in

der Leitung und den Vacuumcylindern herzustellen, während der kleinere, also der innere Ejector, zur Erhaltung der bereits vorhandenen Luftverdünnung dient.

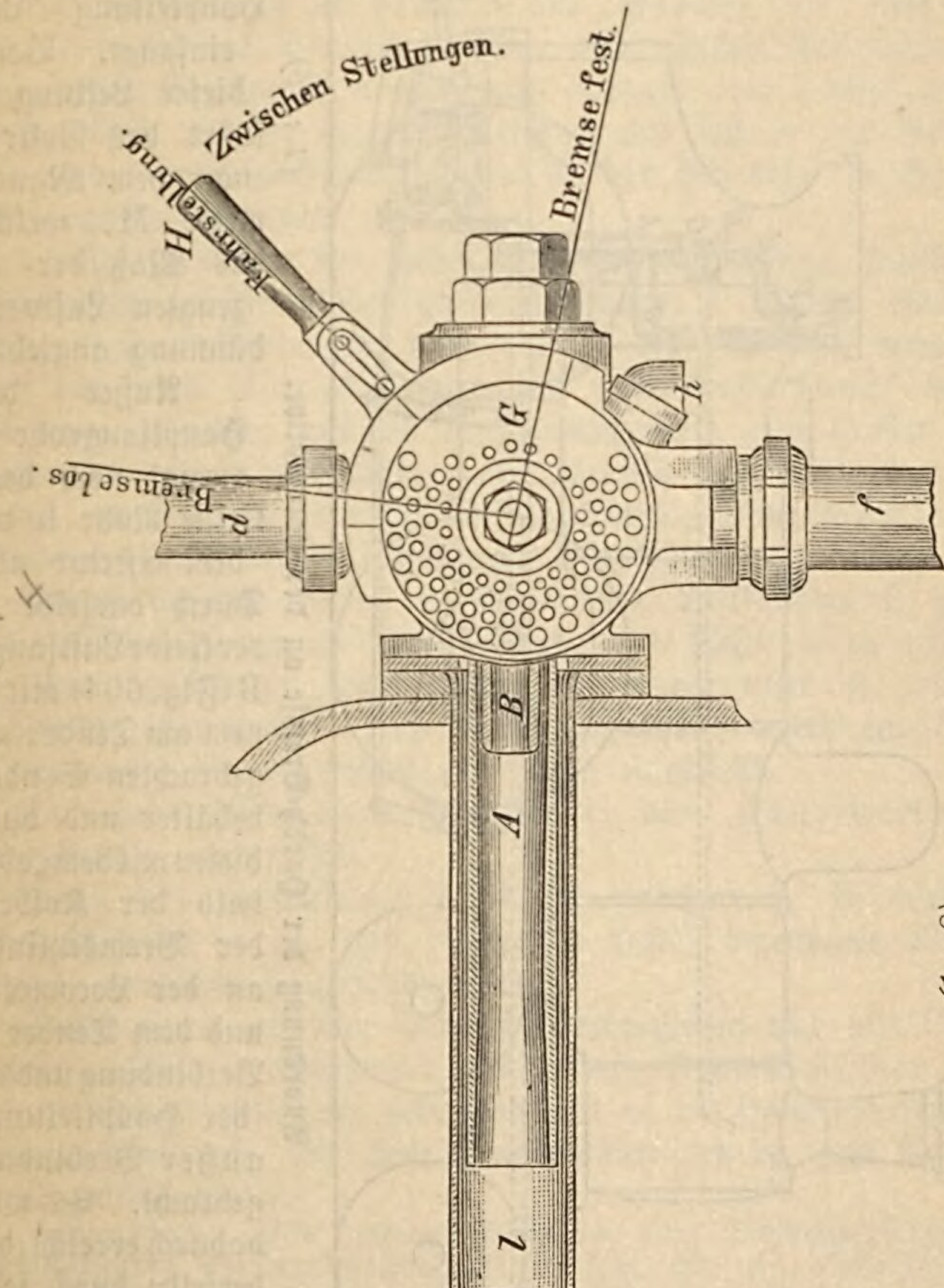


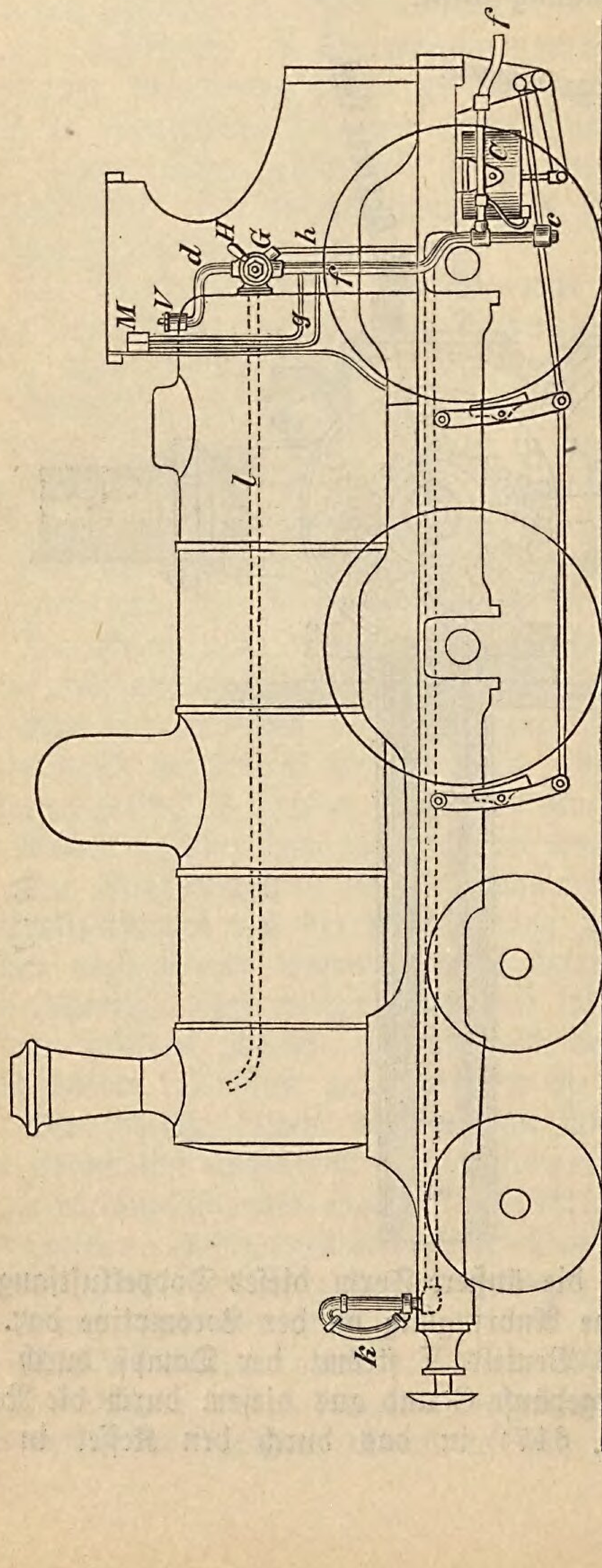

Fig. 605. Doppelluftsauger. (1 : 8)

Die Fig. 604 stellt die äußere Form dieses Doppelluftsaugers, und die Fig. 605 seine Anbringung an der Locomotive dar.

Durch Oeffnen des Ventils V strömt der Dampf durch das Rohr d in das Ejectorgehäuse G und aus diesem durch die Rohrstutzen A und B (Fig. 617) in das durch den Kessel in den

Schornstein führende Rohr l, wobei derselbe, in ähnlicher Weise wie bei dem Luftsauger von Smith (Fig. 602), aus dem Rohr f und damit aus der Hauptleitung Luft einsaugt. Von dieser Leitung f führt das Rohr g nach dem Manometer M, welcher das Maß der erzeugten Luftverdünnung angiebt.

Fig. 605.




Anordnung der Hardy-Bremse an der Locomotive. (1 : 75)

Außer dem Hauptsaugrohr f zweigt noch das kleine Rohr h von dem Ejector ab. Durch dasselbe ist der kleine Luftsauger B (Fig. 604) mit einem am Tender angebrachten Sonderbehälter und durch diesen mit dem „oberhalb der Kolben" der Bremscylinder an der Locomotive und dem Tender in Verbindung und mit der Hauptleitung außer Verbindung gebracht. Es wird dadurch erreicht, daß derselbe durch seine immerfortwährende saugende Arbeit in diesen Räumen die Luftleere erhöht, also die Bremswir-

kung vergrößert, und andererseits dem Einströmen der atmosphärischen Luft in die Hauptleitung beim Anziehen der Bremsen nicht entgegenwirkt.

Bei der Stellung des Hebels H auf „Bremse los" (Fig. 604) und Oeffnung des Ventils V (Fig. 605) strömt Kesseldampf in den großen Luftsauger A und reißt dadurch, wie bereits erörtert wurde, Luft aus der Hauptrohrleitung mit sich in das Auspuffrohr und den Schornstein, wodurch die Bremse in Bereitschaft gestellt wird.

Wollte man nun den Hebel H in dieser Stellung belassen, so würde dies, da hierbei der große Luftsauger A arbeitet, einen unnöthigen Dampfverbrauch verursachen. Um das zu vermeiden, wird der Hebel H in die zweite mit „Fahrtstellung" bezeichnete Lage gebracht, wodurch der Dampfzutritt zum großen Luftsauger A geschlossen wird. Zu gleicher Zeit wird durch ein kleines, am Luftsaugegehäuse G befindliches Dampfventil die Dampfzuströmung zum kleinen Luftsauger B geöffnet.

Die fortgesetzte Arbeit dieses kleinen Luftsaugers B genügt nun vollständig, um die bereits vorhandene Luftleere zu erhalten. Die Dampfzuströmung zum kleinen Luftsauger wird je nach der Dichtigkeit aller Brems- und Kuppelungstheile durch ein kleines Absperrventil für die betreffende Fahrt eingestellt.

Der Hebel H verbleibt so lange in der „Fahrtstellung", bis gebremst werden soll.

Soll die Bremsung plötzlich geschehen, so wird der Hebel H rasch in die mit „Bremse fest" bezeichnete Stellung gebracht, wodurch Folgendes eintritt:

Durch einen mit dem Hebel H verbundenen und mit Löchern versehenen schmetterlingsförmigen Schieber „Bremsschieber" wird der atmosphärischen Luft voller Eintritt in die Hauptrohrleitung f gewährt, wodurch, wie bereits ausgeführt wurde, das Anziehen der Bremsen erfolgt.

Anmerkung. Am unteren Ende der vom Doppelluftsauger abwärtsführenden Hauptrohrleitung ist in Fig. 605 ein glockenförmiger, mit c bezeichneter Behälter angedeutet, welcher den Zweck hat, sich bildendes Condensationswasser aufzunehmen. Diese Glocke ist unten mit einem Kugelventil versehen, dessen Kugel die Glocke so lange schließt, als in der Hauptleitung Luftleere herrscht. Tritt die atmosphärische Luft in die Hauptleitung ein, so sinkt die Kugel in Folge ihrer Schwere herab, öffnet die Glocke und das Condensationswasser fließt ab. Es geschieht das selbstthätig bei jedesmaligem Bremsen.

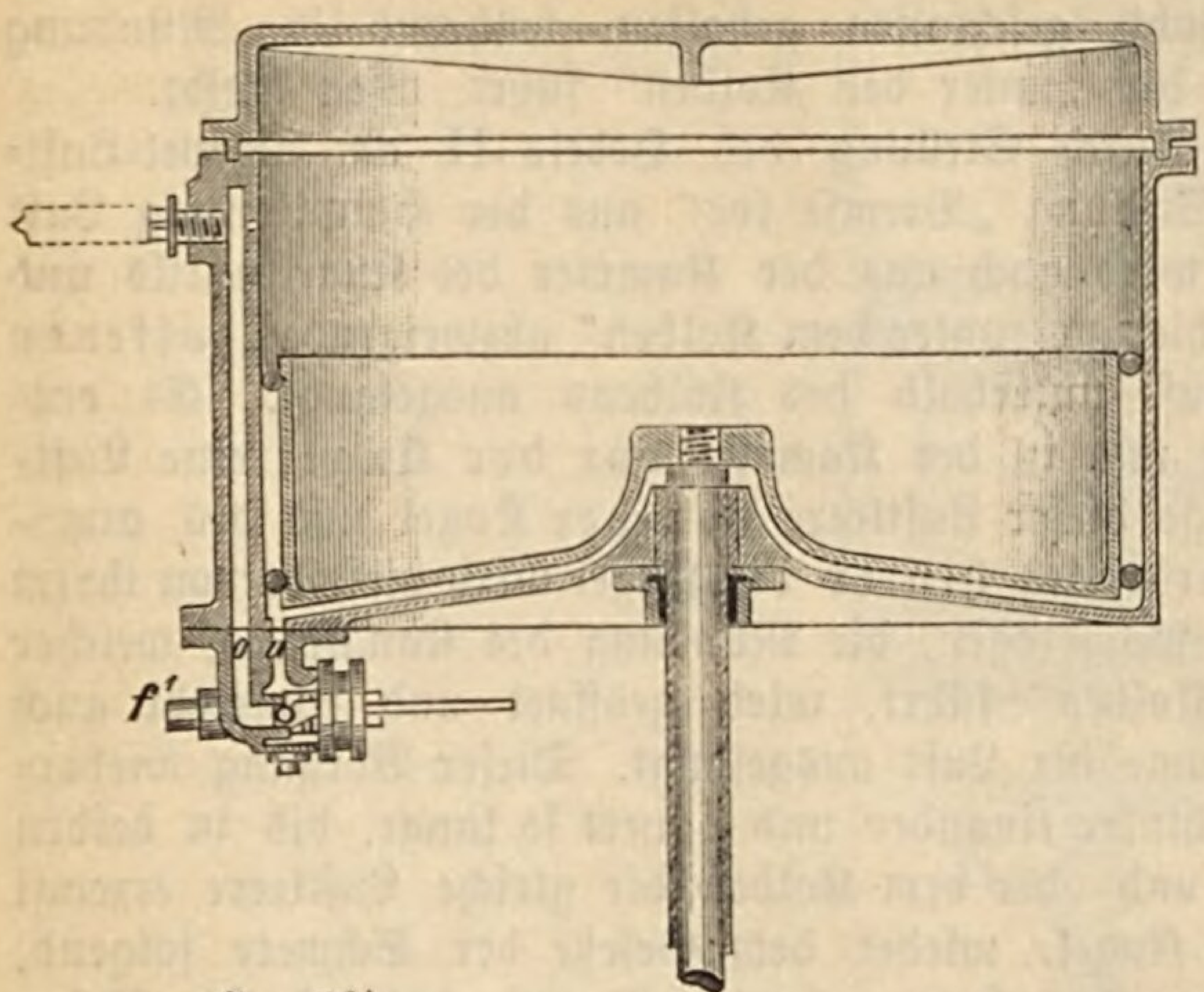
Gleichzeitig wird der kleine Luftsauger B mit dem bereits erwähnten Rohre h in Verbindung gebracht. Dieses hat an seinem oberen Ende ein kleines Ventil mit dem Zwecke, bei abgekuppelter Locomotive — nachdem der Dampfzutritt zu dem kleinen Luftsauger B vollständig abgesperrt wurde — die Bremse an der Locomotive und am Tender zu lösen. Bei dem Oeffnen dieses Ventils wird nämlich durch die einströmende Luft die oberhalb der Kolben der Bremscylinder an der Locomotive und am Tender, sowie im Sonderbehälter am Tender vorhandene Luftleere zerstört, wodurch die Kolben herabsinken und die Bremse gelüftet wird.

Soll die Bremse nicht plötzlich in Thätigkeit gesetzt oder nicht die volle Bremskraft ausgenützt werden, so wird der Führerhebel in eine Zwischenstellung, d. h. in eine Stellung gebracht, welche zwischen der Fahrtstellung und der Stellung „Bremse fest" liegt. Hierdurch wird einerseits für den Eintritt der atmosphärischen Luft nicht der volle Querschnitt eröffnet, und andererseits das Ansaugen der Luft aus der Hauptleitung durch den kleinen Luftsauger B nicht ganz aufgehoben, so daß nur eine langsamere, sanftere und nicht mit voller Kraft wirksame Bremsung eintritt. Je näher der Führerhebel zur Feststellung steht, desto kräftiger, je näher er zur Fahrtstellung steht, desto geringer wird die Bremswirkung. Es leuchtet demnach ein, daß durch Benutzung dieser Zwischenstellungen für den Hebel H die Wirkung der Bremse beschleunigt und regulirt werden kann.

Sowohl an der Locomotive, als auch am Tender befindet sich ein Bremscylinder, Fig. 606, in welchem sich ein Kolben bewegt, der gegen die Cylinderwandung durch einen bei der Bewegung des Kolbens mitrollenden Kautschukring gut abgedichtet und an einer mit Messing umkleideten, in einer Messingstopfbüchse mit Kautschuk abgedichteten Kolbenstange befestigt ist. Der ganze Bremscylinder ist durch diesen Kolben in zwei Räume getheilt. Den einen bildet der Zwischenraum zwischen dem Kolben, der Cylinderwandung und dem Boden des Cylinders; er heißt „unter dem Kolben". Der andere wird durch den oberhalb des Kolbens vorhandenen Raum des Cylinders gebildet, er heißt der Raum „ober dem Kolben".

Von diesem letzteren Raume führt ein Rohr zu dem am Tender angebrachten Sonderbehälter, welches den Zweck hat, den „ober dem Kolben" befindlichen Saugraum zu vergrößern.

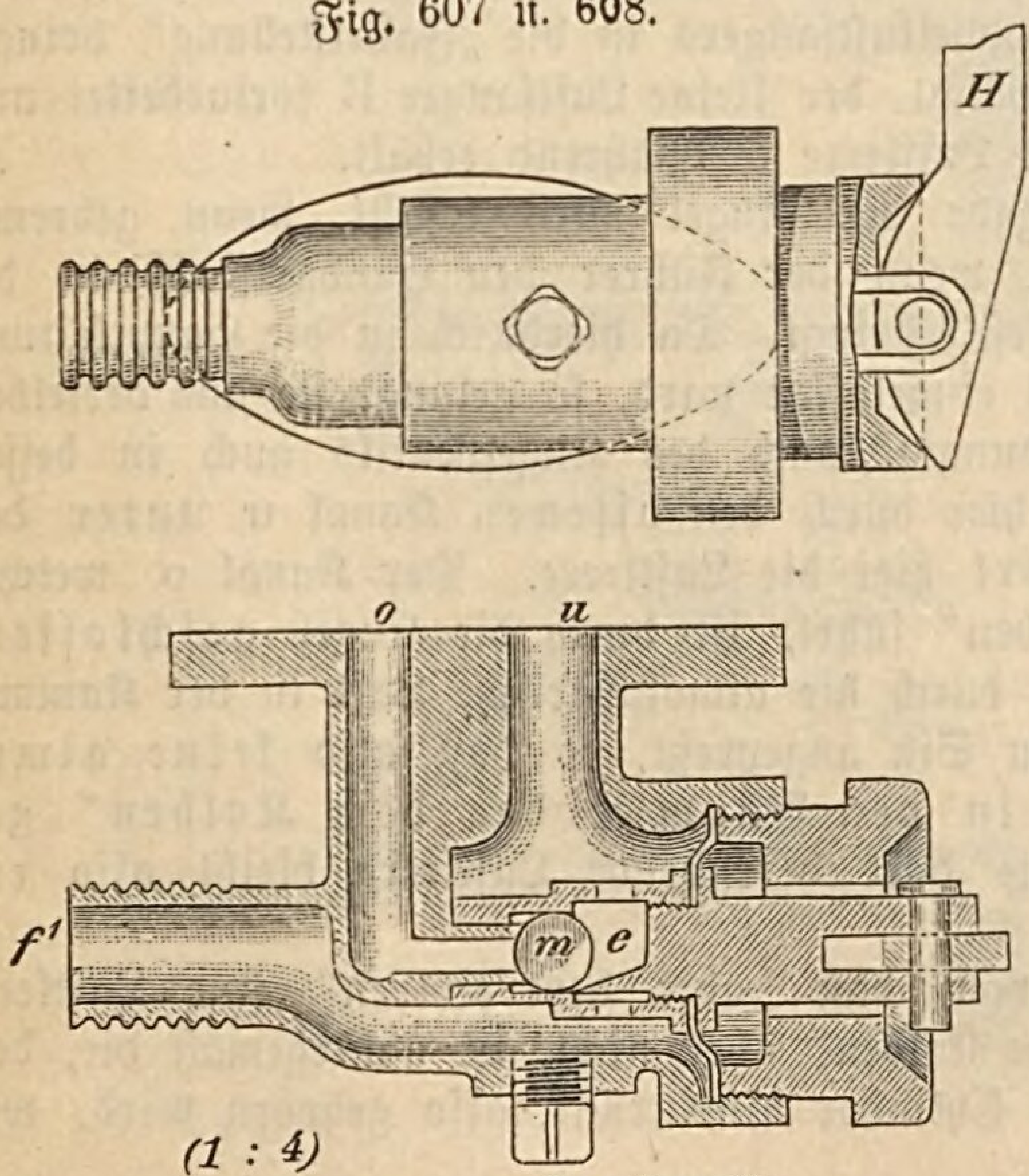
Fig. 606.




(1 : 10)

**Bremscylinder für Locomotive und Tender.**

Fig. 607 u. 608.




(1 : 4)

**Kugelventil.**

Am Boden des Cylinders ist das Kugelventil, Fig. 605, befestigt, welches mittelst eines Kautschukschlauches an die Hauptleitung angeschlossen ist. Von der inneren Kammer des Kugelventils führt ein Kanal u zu dem Raume „unter dem Kolben“, ein zweiter Kanal o mittelst eines an den Cylinder außen angegossenen Rohres zu dem Raume „ober dem Kolben“. Letzterer Kanal wird durch eine kleine Messingkugel m, welche auf einer schiefen Ebene e in

Folge ihrer eigenen Schwere gegen diese Kanalmündung stets hinabzurollen sucht, geschlossen gehalten, während die Mündung des Kanals u, der „unter den Kolben" führt, offen bleibt.

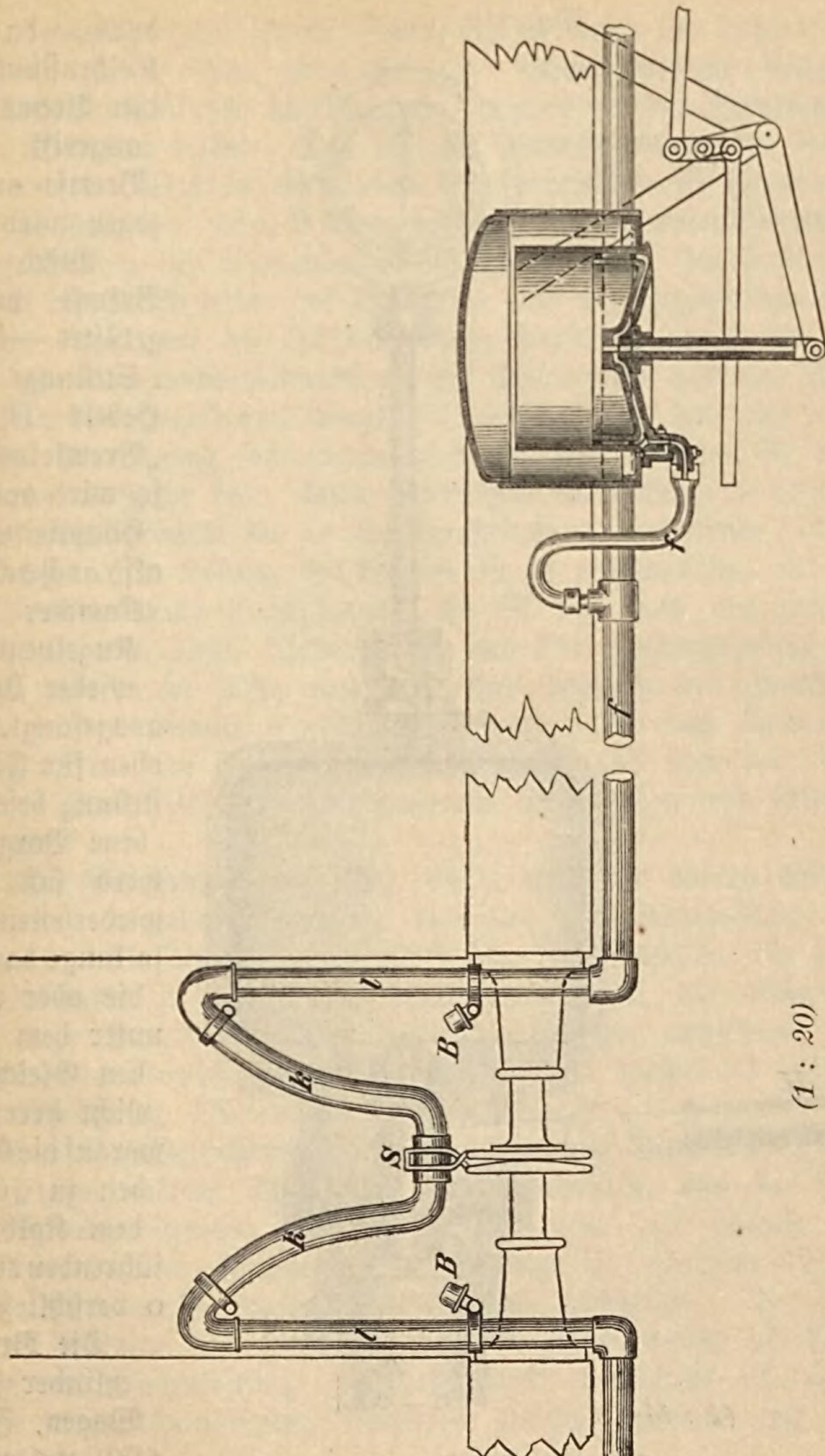
Wird nun durch Stellung des Hebels H am Doppel-Luftsauger in die Stellung „Bremse los" aus der Hauptleitung Luft ausgesaugt, so wird auch aus der Kammer des Kugelventils und durch den, von hier zu „unter dem Kolben" abzweigenden, offenen Kanal u die Luft unterhalb des Kolbens ausgesaugt. Es entsteht somit hier und in der Kammer vor der Kugel eine Luftleere. In Folge dieser Luftleere vor der Kugel und des atmosphärischen Ueberdruckes hinter der Kugel wird dieselbe von ihrem Sitze gleichsam weggezogen, die Mündung des Kanales o, welcher zu „ober dem Kolben" führt, wird geöffnet und nunmehr auch aus diesem Raume die Luft ausgesaugt. Dieser Vorgang wiederholt sich rasch hinter einander und dauert so lange, bis in beiden Räumen unter und ober dem Kolben die gleiche Luftleere erzeugt ist, worauf die Kugel, wieder dem Gesetze der Schwere folgend, auf ihrer schiefen Unterlage e herabrollt und dadurch die Mündung des zu „ober dem Kolben" führenden Kanals o verschließt.

Die Kugel verbleibt auch in dieser Stellung, wenn der Führer den Hebel H des Doppelluftsaugers in die „Fahrtstellung" bringt, da, wie bereits erwähnt, der kleine Luftsauger B fortarbeitet und die einmal erzeugte Luftleere fortwährend erhält.

Die Hauptaufgabe der Kugel wird erfüllt, wenn gebremst werden soll, d. h., wenn der Führer den Handgriff H in die Stellung „Bremse fest" bringt. Da hierdurch in die Hauptleitung atmosphärische Luft eingelassen wird, so gelangt sie aus derselben durch den Verbindungsschlauch des Kugelventils auch in dessen Kammer und von hier durch den offenen Kanal u unter den Kolben und zerstört hier die Luftleere. Der Kanal o, welcher zu „ober dem Kolben" führt, ist durch die Kugel geschlossen, ja die Kugel wird durch die atmosphärische Luft in der Kammer noch fester an ihren Sitz angepreßt, so daß also keine atmosphärische Luft in den Raum „ober dem Kolben" gelangen kann; die dort herrschende Luftleere bleibt also erhalten.

Die Folge davon, daß „ober dem Kolben" eine Luftleere herrscht, „unter dem Kolben" aber nicht, ist naturgemäß die, daß der Kolben in den Cylinder hineinrückt, also gehoben wird, wo-

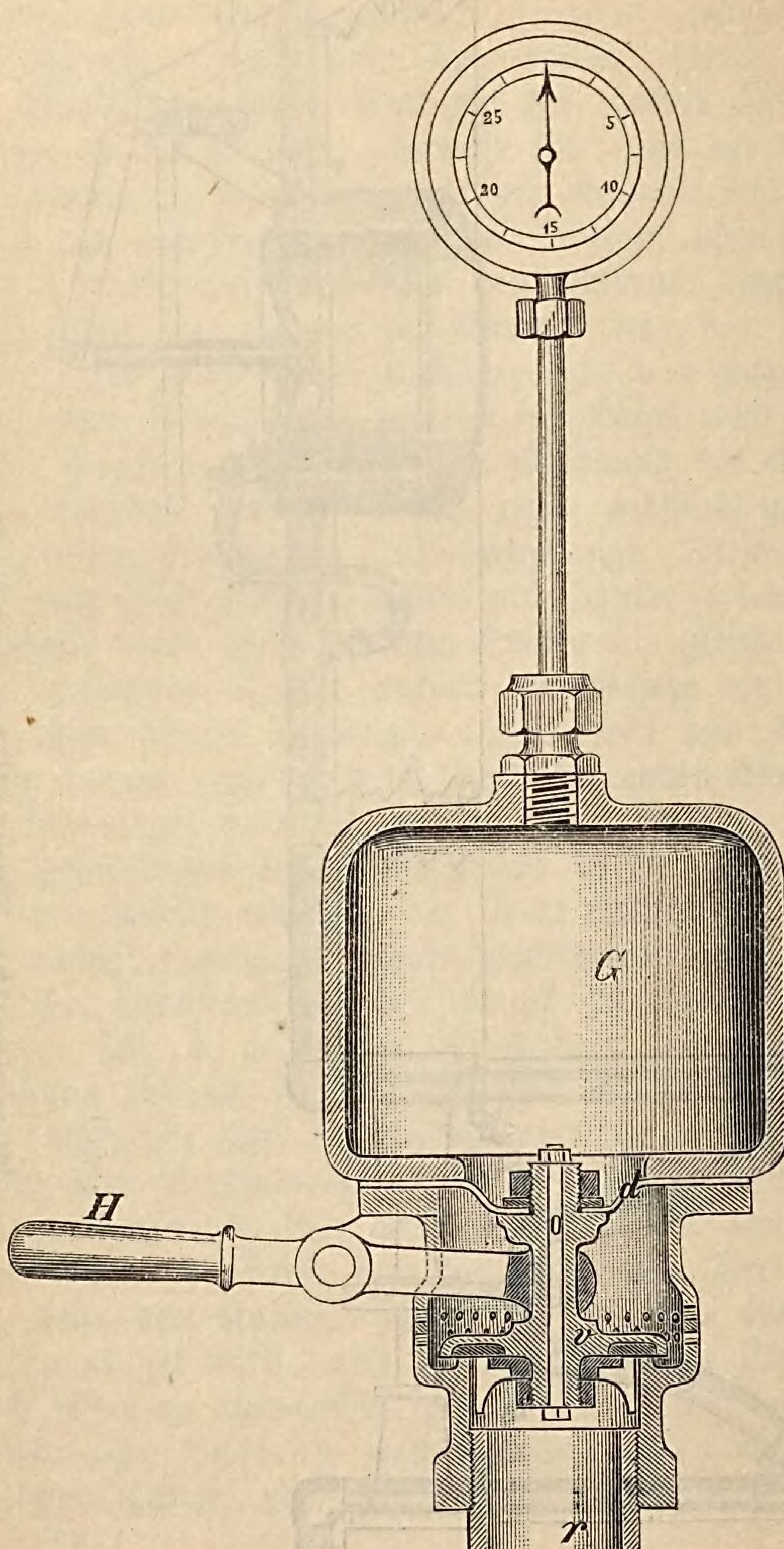
Fig. 609.




(1 : 20)

Anordnung der Bremscylinder an den Wagen.

Fig. 610.




(1 : 5)

**Schaffner-Ventil.**

durch, da die Kolbenstange an den Bremshebel angreift, die Bremse angezogen wird.

Wird die Bremse wieder gelüftet — durch Stellung des Hebels H auf „Bremselos" —, so wird aus der Hauptleitung, also auch aus der Kammer des Kugelventils wieder Luft ausgesaugt. Der oben für Fahrtstellung beschriebene Vorgang wird sich also wiederholen und so lange dauern, bis ober und unter dem Kolben Gleichgewicht herrscht, worauf die Kugel den zu „ober dem Kolben" führenden Kanal o verschließt.

Die Bremscylinder für Wagen, Fig. 609, unterscheiden sich von jenen

für Locomotive und Tender hauptsächlich durch die äußere Form. Derselbe ist in einen, oben mit einer haubenförmigen Kappe abgeschlossenen Cylinder hineingestellt, welcher für den Bremscylinder einen Behälter bildet. Der für die Bremscylinder der Locomotive und des Tenders verwendete Sonderbehälter ist hierdurch ersetzt, so daß also jeder Bremscylinder seinen eigenen Behälter zur Vergrößerung des Saugraumes in sich schließt. Im Uebrigen ist sowohl die Construction des Cylinders und des zugehörigen Kugelventils, als auch die Wirkungsweise derselben genau die gleiche wie bei den Bremscylindern an der Locomotive und am Tender.

Nur das Kugelventil (vergl. Fig. 605 u. 608) hat noch eine besondere Einrichtung, den sogenannten Entbremshebel H, welcher folgende Aufgabe hat. Beim Abhängen eines Wagens vom Zuge wird derselbe durch die in die Hauptleitung eintretende Luft festgebremst. Zur Lösung der Bremse ist es nothwendig, auch „ober den Kolben" Luft einzuführen. Es ist nun aus der Zeichnung ersichtlich, daß durch Niederdrücken des Entbremsungshebels H die Kugel von ihrem Sitze abgehoben und dadurch der Zutritt von Luft zu dem Kanale o und dem Raume „ober dem Kolben" geöffnet wird. In Folge dessen tritt unter und ober dem Kolben gleicher Druck ein, es sinkt demnach der Kolben und lüftet die Bremse.

Das **Schaffner-Ventil**, Fig. 610, wird am oberen Ende von Rohren r angebracht, welche von der Hauptrohrleitung f abzweigen. Es ermöglicht einerseits den Zugsbeamten, die Bremse in Thätigkeit zu setzen, und dient ferner dazu, die Schnelligkeit der Bremswirkung selbstthätig zu erhöhen, wenn der Locomotivführer bei Gefahr den Hebel H rasch in die Stellung „Bremsen fest" bringt.

Das Schaffner-Ventil besteht aus einem Ventilkörper v, der mit seinem unteren Theile auf dem vertikalen, von der Hauptleitung abzweigenden Rohre r aufsitzt, und mit seinem oberen Theile an einem Diaphragma d befestigt ist, welches eine oberhalb des Ventils befindliche Glocke G abschließt. Der Ventilkörper hat eine sehr feine Bohrung o, durch welche die Verbindung der Hauptleitung mit der Glocke hergestellt ist, so daß, wenn in der Hauptleitung Luftleere herrscht, dieselbe auch in der Glocke besteht.

Für diesen Gleichgewichtszustand wird das Ventil durch den

äußeren atmosphärischen Luftdruck auf seinen Sitz niedergedrückt, da die Sitzfläche des Ventils größer ist als die obere Fläche desselben, mit welcher es die Glocke verschließt.

Will nun der Schaffner bremsen, so drückt er den Hebel H des Ventils nieder, hebt dieses von seinem Sitze gewaltsam ab, wodurch Luft in die Hauptleitung f eindringt und dort die Bremsung ebenso bewirkt, als wäre sie von dem Locomotivführer veranlaßt worden.

Bremst der Locomotivführer schnell, durch rasche Umstellung des Führerhebels in die Stellung „Bremse fest", so wird durch das plötzliche Einströmen atmosphärischer Luft in die Hauptleitung auch die Luftleere in dem lothrechten Rohre r, wenigstens bei den näher der Maschine angebrachten Schaffner-Ventilen, rasch vermindert. In Folge dessen und weil durch die feine Bohrung o des Ventilkörpers v die Ausgleichung des Luftdruckes im Rohre r und in der Glocke G nicht so rasch folgt, wird der Ventilkörper in die Glocke hineingedrückt und demnach das Ventil v von seinem Sitze emporgehoben. Durch diese *selbstthätige* Hebung des Ventils wird der Luft der Zutritt zu dem Rohre r und der Hauptleitung geöffnet, es tritt also in diese nicht allein von der Locomotive aus, sondern rasch hinter einander von jedem der folgenden und mit Schaffner-Ventil versehenen Wagen atmosphärische Luft in die Hauptleitung ein, und *vermehrt dadurch* in ähnlicher Weise *die Schnelligkeit der Bremswirkung*, wie das bei dem schnellwirkenden Functionsventil von Westinghouse der Fall ist.

Bremst der Führer unter Benutzung der Mittelstellungen für den Hebel H des Doppel-Luftsaugers, so kommt das Ventil v *nicht* zur Wirkung, da sodann die in dem Rohre r vorhandene Luftleere nur theilweise und so langsam zerstört wird, daß die Bohrung o des Ventilkörpers genügt, um den Ausgleich zwischen der hier und in der Glocke herrschenden Luftleere herbeizuführen. Das Ventil bleibt also in Ruhe.

Das über dem Schaffner-Ventil angebrachte Manometer soll dem Schaffner die in der Hauptleitung stattfindende Luftleere anzeigen.

Die den ganzen Zug durchlaufende Hauptleitung wird aus den an *jedem* Fahrzeuge befindlichen, von Brust zu Brust reichenden schmiedeeisernen Leitungsrohren l (vergl. Fig. 609) gebildet, an deren Enden Kautschukschläuche k befestigt sind, die durch die Universal-Schlauchkuppelungen S verbunden werden.

Mit dieser Hauptleitung stehen sämmtliche vorstehend beschriebene Bremsbestandtheile an der Locomotive, am Tender und an den Bremswagen in Verbindung. Bei den Wagen ohne Bremse — den Leitungswagen — sind nur die Hauptleitung und die Verbindungstheile mit den Nachbarfahrzeugen vorhanden.

Die Universal-Schlauchkuppelung S (Fig. 609) besteht aus einem Paar vollkommen gleicher, oben mit Nuth und Nase, unten mit einem Horn versehener Gußstücke, deren Kuppelung dadurch bewerkstelligt wird, daß man die Hörner in die Höhe hebt, die Muffen ineinanderlegt und hierauf die Kuppelung niedersinken läßt. Zum Lösen der Kuppelung genügt eine Hebung derselben, bei der sie sich von selbst trennt.

Um die Rohrleitung des letzten Wagens abschließen zu können, befindet sich an jeder Stirnseite der Wagen der sogenannte Blindkoppel B, auf welchen die Muffe aufgesteckt wird.

Die Bedienung der Bremse durch den Führer gestaltet sich einfach; die betreffenden Vorschriften, welche im Vorstehenden schon enthalten sind, lauten kurz:

Sobald die Maschine an den Zug gekuppelt ist, besorgt der Heizer die Verbindung der Schlauchkuppelung des Tenders mit dem ersten Wagen. Darauf wird die Hauptleitung mit Hülfe des großen Luftsaugers durch Stellung des Hebels H (Fig. 604) auf „Bremse los" bis auf 1/2 Atmosphäre Druck entleert und alsdann der kleine Luftsauger durch Verlegung des Hebels H auf „Fahrstellung" in Thätigkeit gesetzt. Zum Anhalten auf einer Station, zur Fahrt im Gefälle, sowie überhaupt dann, wenn mit nur mäßiger Kraft gebremst werden soll, wird der Hebel H in eine der Zwischenstellungen zwischen „Fahrstellung" und „Bremse fest" gebracht, und nur dann rasch und plötzlich aus der „Fahrstellung" in die letztere geworfen, wenn Gefahr im Verzuge ist und demnach eine möglichst rasche und kräftige Bremsung nothwendig wird.

Die Entbremsung wird durch Rückverlegung des Hebels H, entweder in die „Fahrstellung", wobei die Luftleere durch den kleinen Luftsauger, oder in die Stellung „Bremse los", wobei dieselbe durch den großen Luftsauger hergestellt wird, bewirkt. Letztere Art wird nur angewandt, wenn sehr rasch entbremst werden soll.

Langt der Führer mit seiner Locomotive nach Beendigung der Fahrt im Heizhause an, so hat er, nachdem das Dampfventil V

(Fig. 605) geschlossen ist, seine Bremse durch das Oeffnen des Ventils in der vom Doppel-Luftsauger zum Sonderbehälter führenden Rohrleitung h zu lösen und die Kuppelungen zwischen Maschine und Tender zu trennen. Letztere sollen stets entkuppelt sein, wenn die Locomotive sich nicht im Dienste befindet, damit die Schläuche nicht durch Condensationswasser leiden.

Sämmtliche Theile der Bremse müssen möglichst rein erhalten werden, besonders dürfen die Löcher im Bremsschieber (Fig. 604) und das Ablaßventil c nicht verstopft sein. Der Dampfschieber ist, wenn nöthig, mit einigen Tropfen Oel zu schmieren. Die Kolbenstangen der Bremscylinder sind durch Abwischen mit trockenen Tüchern rein zu erhalten, sie dürfen aber niemals mit Oel oder einem anderen Fette geschmiert werden.

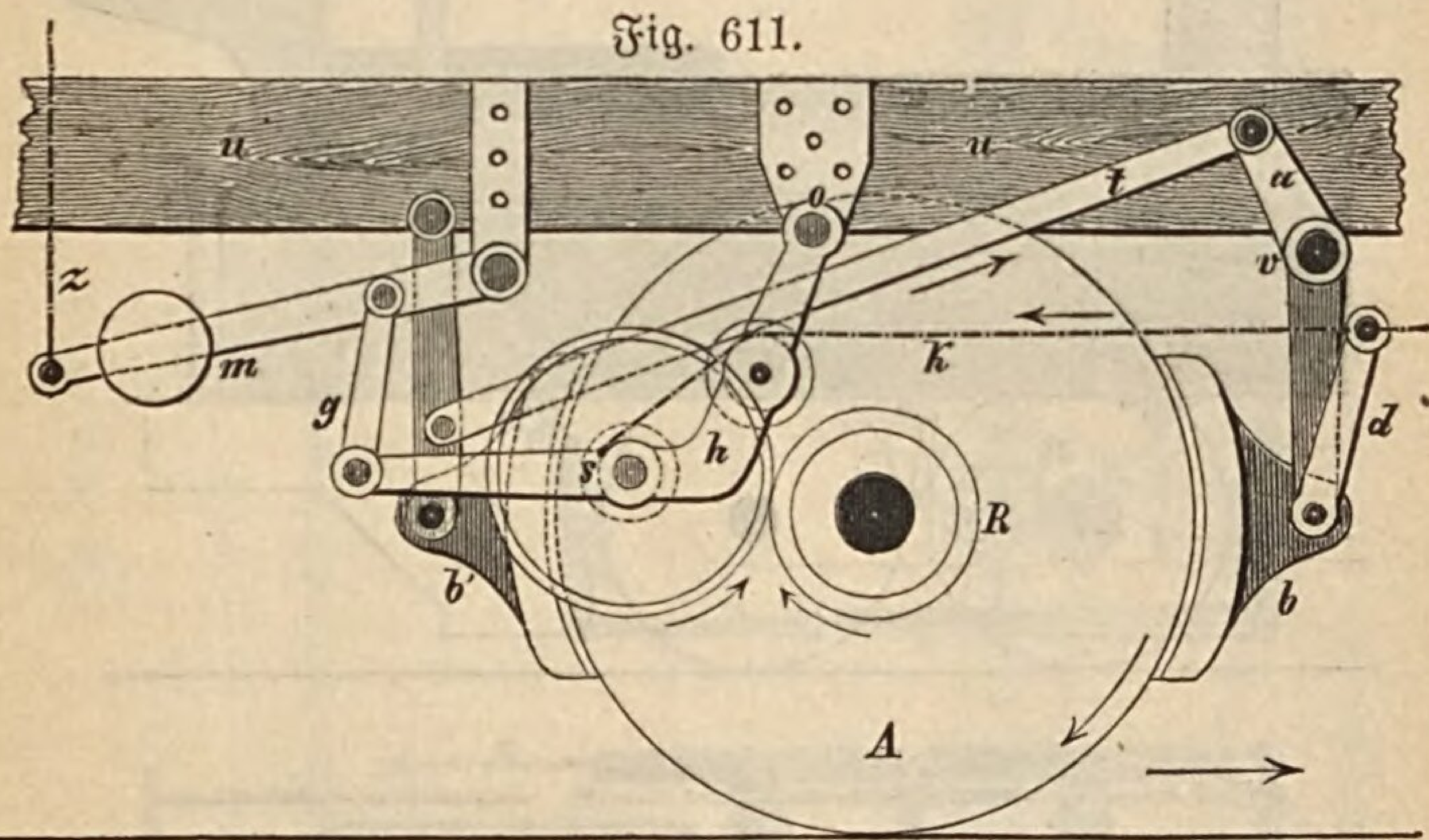
## Bremse von Heberlein.

Diese Bremse ist insofern nicht durchgehend, als in der Regel nur eine Gruppe von Fahrzeugen und zwar Maschine und Tender oder drei Wagen von je einem Punkte aus gebremst wird. Hierzu wird die lebendige Kraft des Zuges benutzt; die Einrichtung ist folgende. Fig. 611. Auf einer Achse sind zwei Holzrollen R neben einander befestigt; über denselben liegt ein Hebel h, welcher um einen am Untergestell u u befestigten Zapfen o drehbar ist. Der Hebel h trägt zwei Rollen H, welche mit einer Kettenscheibe s auf derselben Welle sitzen. Auf der Kettenscheibe ist eine mit den Bremsgehängen verbundene Kette k befestigt. Im ungebremsten Zustande ist der Hebel m durch eine Kette Z gehalten, die in das Bremscoupé führt. Der Hebel m ist durch g mit dem freien Ende des Hebels h verbunden. Der Hebel m wird vom Bremscoupé aus so gestellt, daß im ungebremsten Zustande ein kleiner Spielraum zwischen den Rollen H und R bleibt. Wenn gebremst werden soll, so löst der Bremser die Kette Z, es fallen dann m, g und h durch Eigengewicht herunter, so daß nun die Rollen H und R sich berühren. Die mit dem Rade A sich drehenden Holzscheiben R nehmen die Rollen H mit und die Kette k wickelt sich auf die Kettenscheibe s. Es wird dadurch das Gehänge d und damit der Bremsklotz b angezogen. Der Arm a des am Untergestell befestigten Hebels v zieht dadurch die Zugstange t nach der entgegengesetzten Richtung, und wird so auch der Bremsklotz b′ angepreßt. Die Kette k geht über d hinaus nach dem Bremsgestänge

des anderen Rades und bewirkt dort ebenfalls den Anzug der Klötze. Geht die Kette weiter nach einem oder zwei Bremswagen, so erfolgt auch bei diesen die Bremsung. Wenn die Bremsung aufhören soll, so wird die Kette Z in die Höhe gezogen, die Holzrollen entfernen sich von einander.

Wie die Bremsung der Locomotive bewirkt wird, zeigen Fig. 612 und 613. Indem der Führer den Händel nach vorwärts legt, wird der Hebel h noch unten gelassen, die Holzrollen H und R kommen in Berührung. Die Kette k wickelt sich auf und durch Anzug von i wird der Bremsklotz links angezogen und vermittelst n auch der Bremsklotz rechts.

Fig. 611.



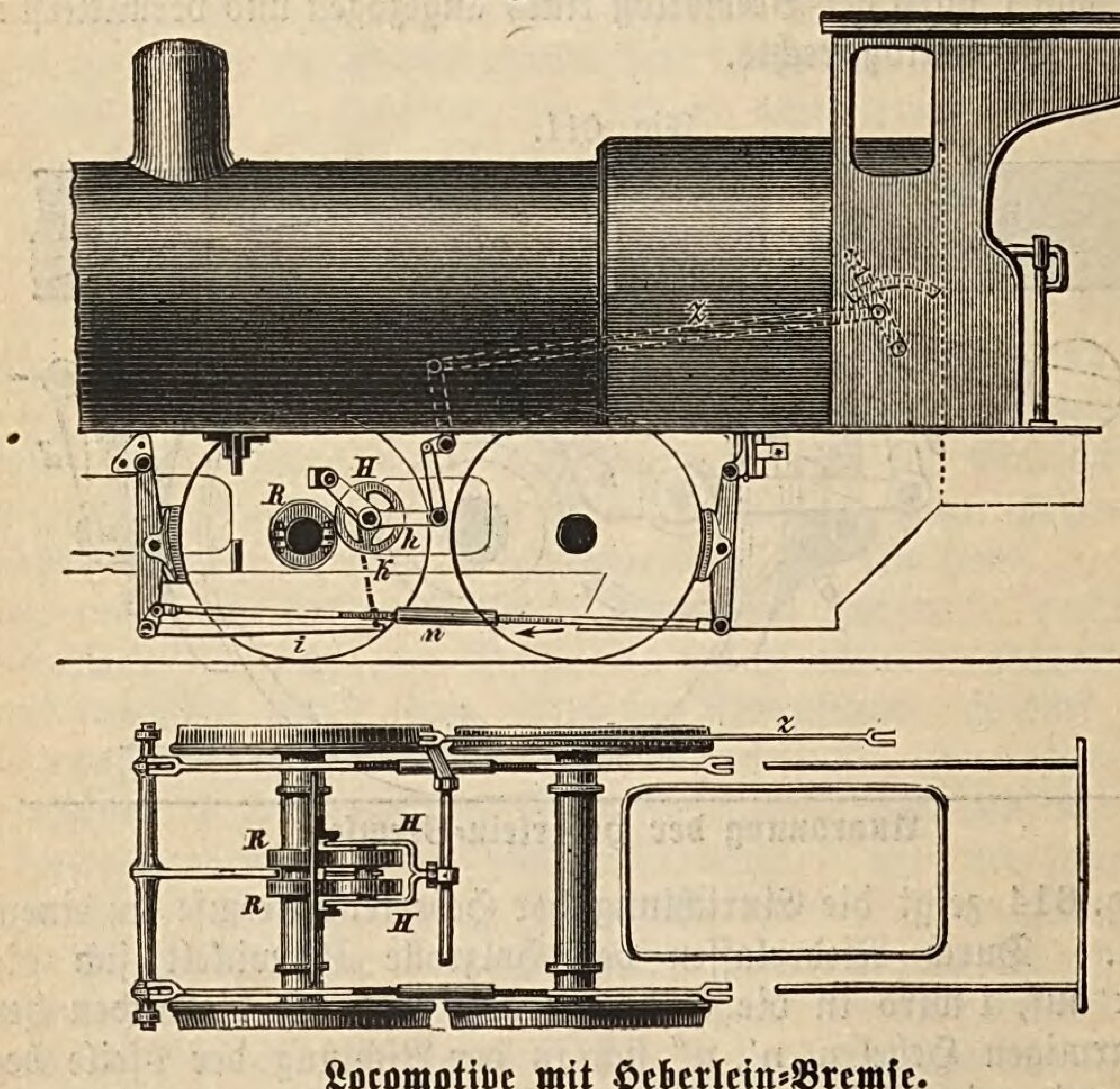

**Anordnung der Heberlein-Bremse.**

Fig. 614 zeigt die Einrichtung der Heberlein-Bremse an einem Wagen. Durch Niederlassen der Holzrolle R wickelt sich die Kette k auf, i wird in die Höhe gezogen, wodurch die Enden der doppelarmigen Hebel n, n′, n″ sich in der Richtung der Pfeile bewegen und mittelst der Zugstangen den Anzug der vier Bremsklötze bewirken. Die Kette k läuft über die drei Rollen r r r weiter und pflanzt den Anzug auf das Bremsgestänge des nächsten Bremswagens fort.

Um alle Bremsen im Zuge von einem Punkte aus, z. B. vom Bremscoupé, in Thätigkeit setzen zu können, läuft über den ganzen Zug eine Zugleine l l, welche am letzten Wagen, welcher der gezeichnete sein möge, bei o befestigt ist. Zwischen Zugleine und

Hebel h ist im Bremsercoupé an einer Art Flaschenzug eine Schraubenspindel g eingeschaltet, durch deren Drehung an dem Rade w eine Verlängerung oder Verkürzung der Leine eintritt, welche sich auf den Hebel h überträgt. Der Bremser hat es also in der Hand, die Rolle R und H sich mehr oder weniger nähern und so eine kräftige oder minder kräftige Bremsung des Wagens eintreten zu lassen, welche sich durch die Kette k auf den benachbarten Bremswagen fortpflanzt.

Fig. 612 u. 613.

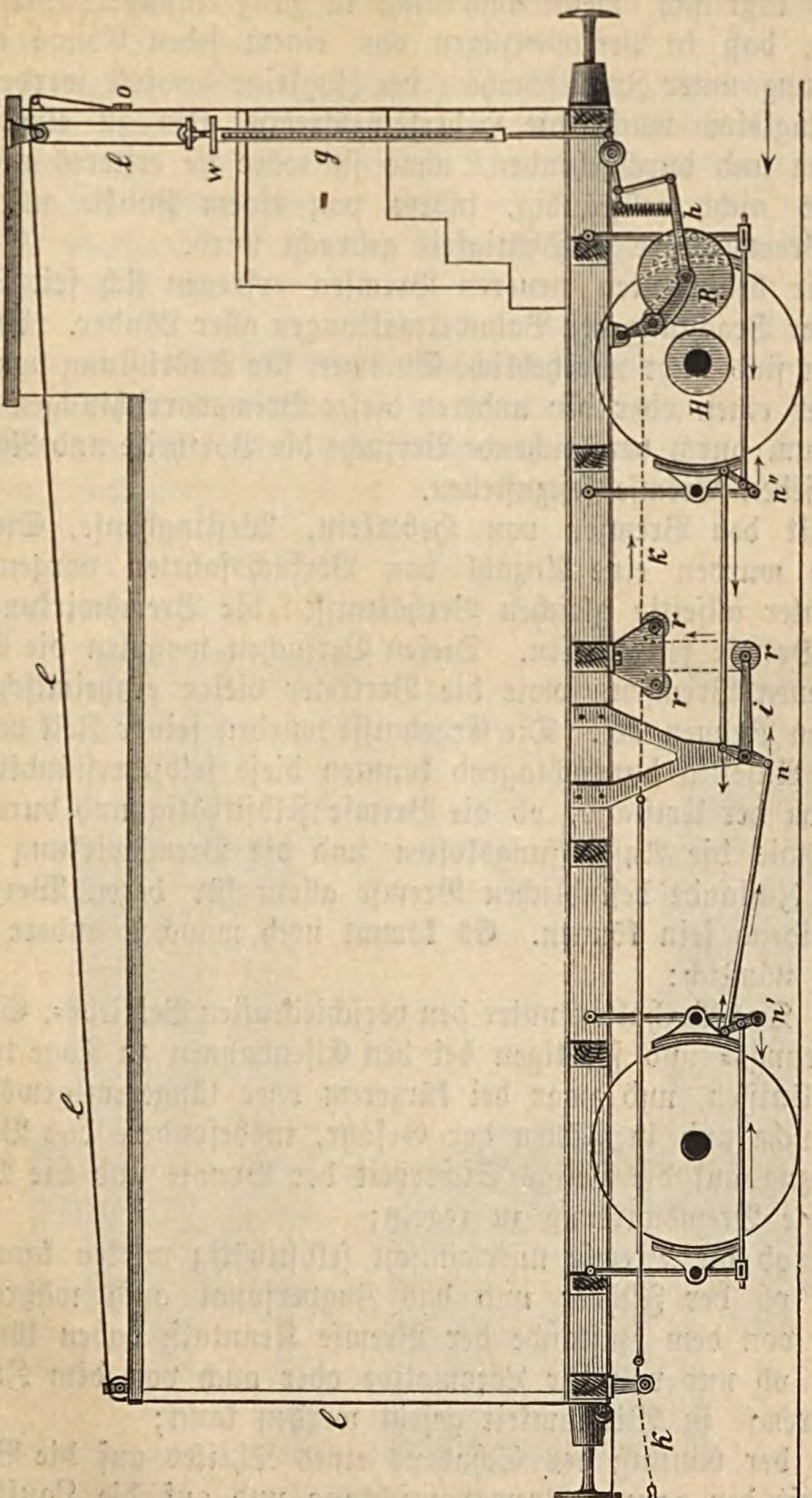



**Locomotive mit Heberlein-Bremse.**

Wenn bei einer Zugtrennung die Zugleine reißt, so fällt die Schraubenspindel g herunter, wodurch eine sofortige kräftige Annäherung der Rollen R und H und dadurch also eine schnelle Bremsung erfolgt.

Auf der Locomotive ist eine ähnliche mit der Zugleine verbundene Vorrichtung, so daß auch vom Führerstande aus die Bremsung des ganzen Zuges erfolgen kann.

Fig. 614.




Wagen mit Heberlein-Bremse.

Es läßt sich, wenn auch nicht in ganz einfacher Weise, einrichten, daß in Personenzügen von einem jeden Coupé aus die Bremsung unter Zuhülfenahme der Zugleine bewirkt werden kann. Die Zugleine macht die Heberlein=Bremse also zu einer selbstthätigen und durchgehenden, ohne sie wäre sie ersteres nicht und letzteres nicht vollständig, indem von einem Punkte aus nur je eine Bremsgruppe in Thätigkeit gebracht wird.

Die behandelten neueren Bremsen erfreuen sich seit längerer Zeit der Beachtung der Bahnverwaltungen aller Länder. An vielen Stellen sind nicht unerhebliche Summen für Ausrüstung von Zügen mit der einen oder der anderen dieser Bremsvorrichtungen verausgabt, um durch vergleichende Versuche die Vortheile und Nachtheile einer jeden Bremse festzustellen.

Mit den Bremsen von Heberlein, Westinghouse, Steel und Smith wurden eine Anzahl von Versuchsfahrten vorgenommen, um unter allseitig gleichen Verhältnissen die Bremswirkung einer jeden Bremse festzustellen. Diesen Versuchen wohnten die Erfinder der neuen Bremsen, sowie die Vertreter vieler einheimischen und fremden Bahnen bei. Die Ergebnisse wurden seiner Zeit veröffentlicht. Allseitig durchschlagend konnten diese selbstverständlich nicht sein, da der Umstand, ob die Bremse selbstthätig und durchgehend ist, sowie die Anschaffungskosten und die Bremswirkung der im neuen Zustande befindlichen Bremse allein für deren Werth nicht entscheidend sein können. Es kommt noch manches andere in Betracht, nämlich:

1. Das Verhalten unter den verschiedensten Betriebs=, Strecken=, Witterungs= und sonstigen bei den Eisenbahnen zu Tage tretenden Verhältnissen, und zwar bei kürzerem oder längerem gewöhnlichen Gebrauche und in Fällen der Gefahr, insbesondere das Verhalten in Bezug auf die stetige Sicherheit der Bremse und die Möglichkeit, die Bremswirkung zu regeln;

2. ob die Bremse unerwünscht selbstthätig wirken kann;

3. ob der Führer und das Zugpersonal auch während der Fahrt von dem Zustande der Bremse Kenntniß haben können;

4. ob nur von der Locomotive oder auch von dem Zuge aus die Bremse in Wirksamkeit gesetzt werden kann;

5. der Einfluß des Schadens eines Theiles auf die Betriebsfähigkeit der ganzen Bremsvorrichtung und auf die Lauffähigkeit des betr. Wagens;

6. die zur Ausbesserung bezw. Regelung der Bremse erforderliche Zeit im Betriebe;

7. ob einfach geschulte Eisenbahnbeamte bezw. Handwerker genügen, die Bremsen zu beaufsichtigen und zu bedienen, Schäden zu entdecken und die erforderlichen Ausbesserungen vorzunehmen;

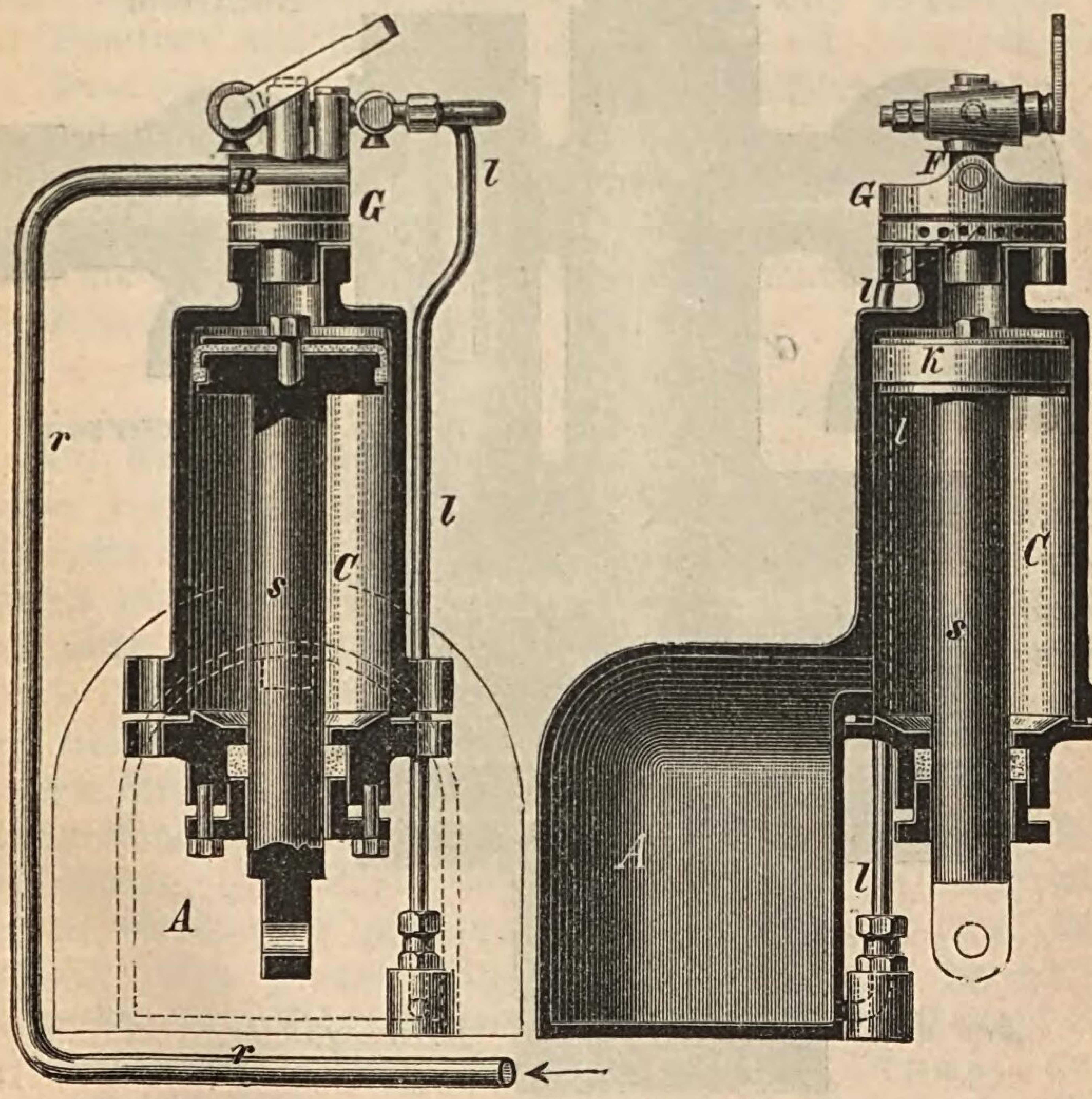
8. die Unterhaltungskosten und

9. ob überhaupt, oder unter Voraussetzungen Bremser zu ersparen sind u. s. w.

## Die Luftdruckbremse von Steel.

Diese ist in Einrichtung und Wirkungsweise der Westinghouse'schen ähnlich, auch selbstthätig wie diese. Die Luft wird durch eine Luftpumpe auf 6—8 Atm. gepreßt und in einem unter

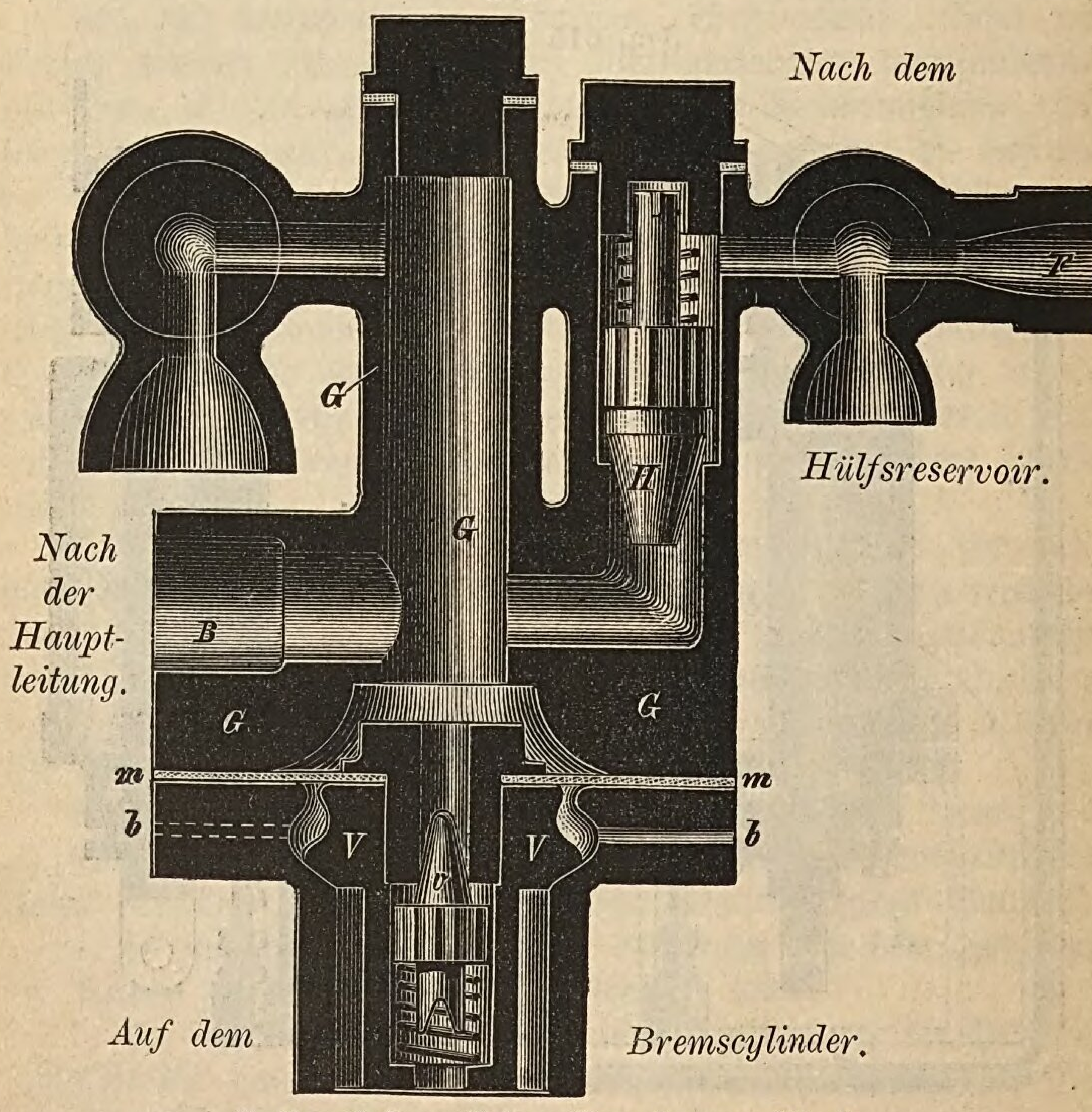
Fig. 615 u. 616.




Hülfsreservoir und Bremscylinder der Bremse von Steel.

der Locomotive liegenden Hauptbehälter gedrückt. Von diesem werden die einzelnen Hülfsbehälter der Wagen durch die Hauptrohrleitung gespeist. In den Fig. 615 u. 616 ist ein solcher mit A bezeichnet. Mit demselben ist der Bremscylinder C verbunden, in welchem sich der Kolben k luftdicht bewegt; die Kolbenstange s ist mit dem Gestänge nach den Bremsklötzen verbunden. Der Zufluß der Luft aus dem Hauptbehälter in die Hülfsbehälter bezw. Bremscylinder wird durch ein auf der Locomotive befindliches Reducir- und Regulirventil bewirkt. Auf dem oberen Boden des Bremscylinders sitzt das sog. Luftauslaßventil G, welches in Fig. 617 im Durchschnitte gezeichnet ist. Es besteht aus dem Gehäuse G G und den beiden selbstthätig wirkenden Ventilen v und V.

Fig. 617.




**Luftauslaßventil der Bremse von Steel.**

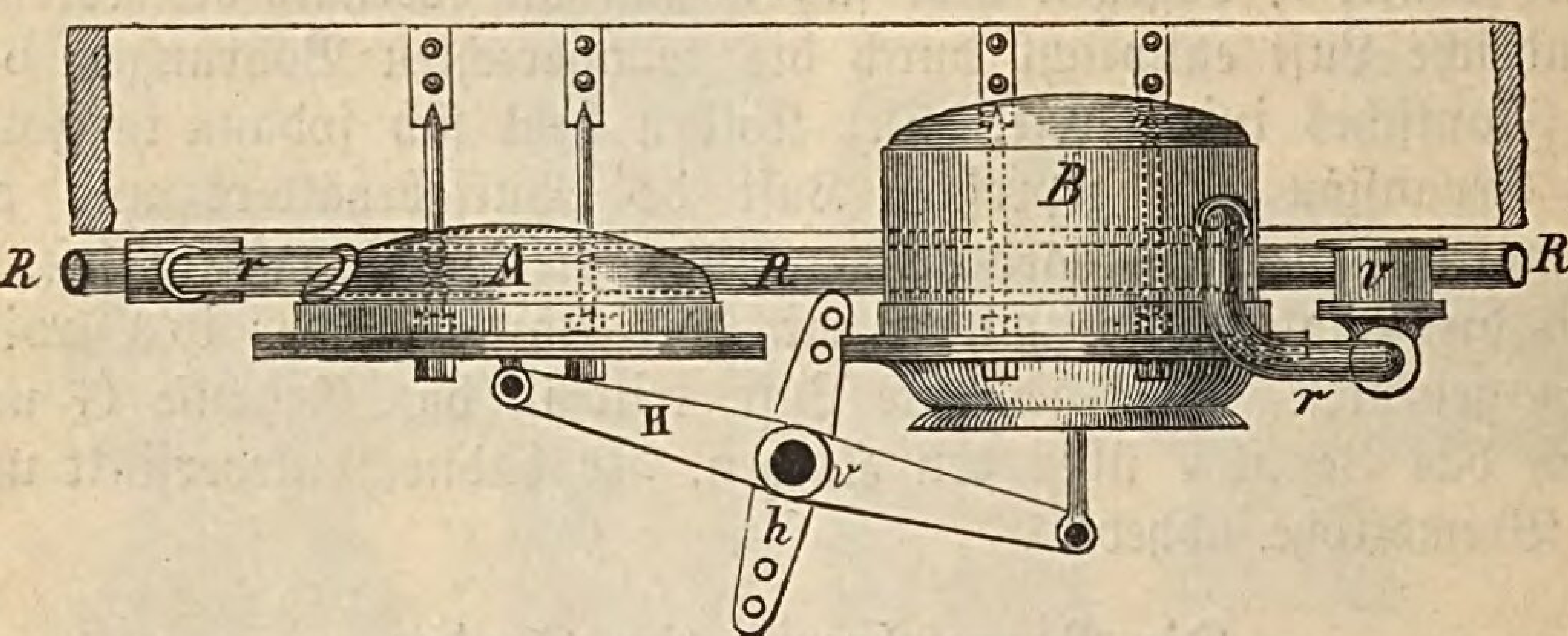
Letzteres steht durch die Kautschukscheibe m m mit dem Gehäuse G in Verbindung. Das Luftauslaßventil steht bei B mit der Hauptleitung, bei F durch die Rohrleitung l l mit dem Hülfsbehälter und außerdem mit dem Bremscylinder in Verbindung. Die aus der Hauptleitung r r bei B eintretende gepreßte Luft tritt durch das kleine Ventil v, welches durch eine Feder auf seinen Sitz gepreßt wird, in den oberen Theil des Bremscylinders und drückt den Kolben herunter. Gleichzeitig strömt Luft durch das Ventil H in den Hülfsbehälter und füllt ihn. Unter und über dem Bremskolben ist die gleiche Luftspannung. Wenn gebremst werden soll, so wird auf der Locomotive ein Dreiweghahn so gestellt, daß die Luft aus der Hauptleitung entweicht, wodurch in dem Gehäuse G eine Druckverminderung eintritt. In Folge dessen schließt sich das kleine Ventil v, dagegen hebt sich V und die oberhalb des Kolbens befindliche Luft entweicht durch die waagerechten Bohrungen b b des Flantsches in's Freie. Der Kolben hebt sich sodann in Folge der Expansion der gepreßten Luft des Hülfsbehälters und die Bremsklötze werden angedrückt. Will man die Bremsen lösen, so wird die Hauptleitung wieder mit dem Hauptbehälter in Verbindung gebracht. Die gepreßte Luft tritt in das Gehäuse G und durch das Ventil v über den Kolben, der dadurch niedersinkt und die Bremsklötze abhebt.

## Die Vacuumbremse von Sander.

Die Erzeugung der Luftleere bei der Smith'schen Bremse erfordert einige Zeit, so daß diese Bremse nicht augenblicklich wirkt, wie dieses bei der Bremse von Sander der Fall ist. Die Sander'sche Bremse hat einen Luftleerebehälter, welcher die sofortige Bremsung ermöglicht. Die Locomotive selbst wird mittelst einer Dampfbremse gebremst. Jeder Bremswagen hat zwei Glocken A und B von starkem Eisenbleche, Fig. 618, deren untere offene Seiten mit je einer Scheidewand versehen sind, hergestellt aus mehreren Lagen starken Segeltuches, verbunden und luftdicht gemacht durch Kautschuklösung. Jede Scheidewand hat eine Zugstange, durch welche auf die Enden eines zweiarmigen Hebels H gewirkt wird, dessen Welle v einen zweiten zweiarmigen Hebel h trägt, der die Gestänge der Bremsklötze angreift. Die Glocke A, die L o s g l o c k e, hat einen etwas größeren Durchmesser als die D r u c k g l o c k e B, diese aber ist höher und von einem größeren Inhalt; sie ist als

ein Luftleerebehälter anzusehen. Wenn in beiden Glocken die Luftverdünnung gleich ist, so ist wegen des größeren Durchmessers die Zugkraft der Glocke A größer als die von B, die Scheidewand von A tritt nach innen, dagegen wird die von B herausgezogen, wie dieses Fig. 618 zeigt. In diesem Zustande, also wenn die Luftleere hergestellt ist, sind die Bremsen gelöst, entgegengesetzt wie bei der Smith'schen Bremse, bei welcher bei nur einem Bremscylinder die Bremsen durch Herstellung der Luftleere angezogen wurden. Wenn diese in der Glocke B größer als in A ist, so tritt die Scheidewand von B nach innen und die von A heraus, die Bremsklötze werden angedrückt. Beide Glocken stehen mit dem Hauptrohre R R . . durch die Verbindungsrohre r r in

Fig. 618.




**Sander's Los- und Druckglocke.**

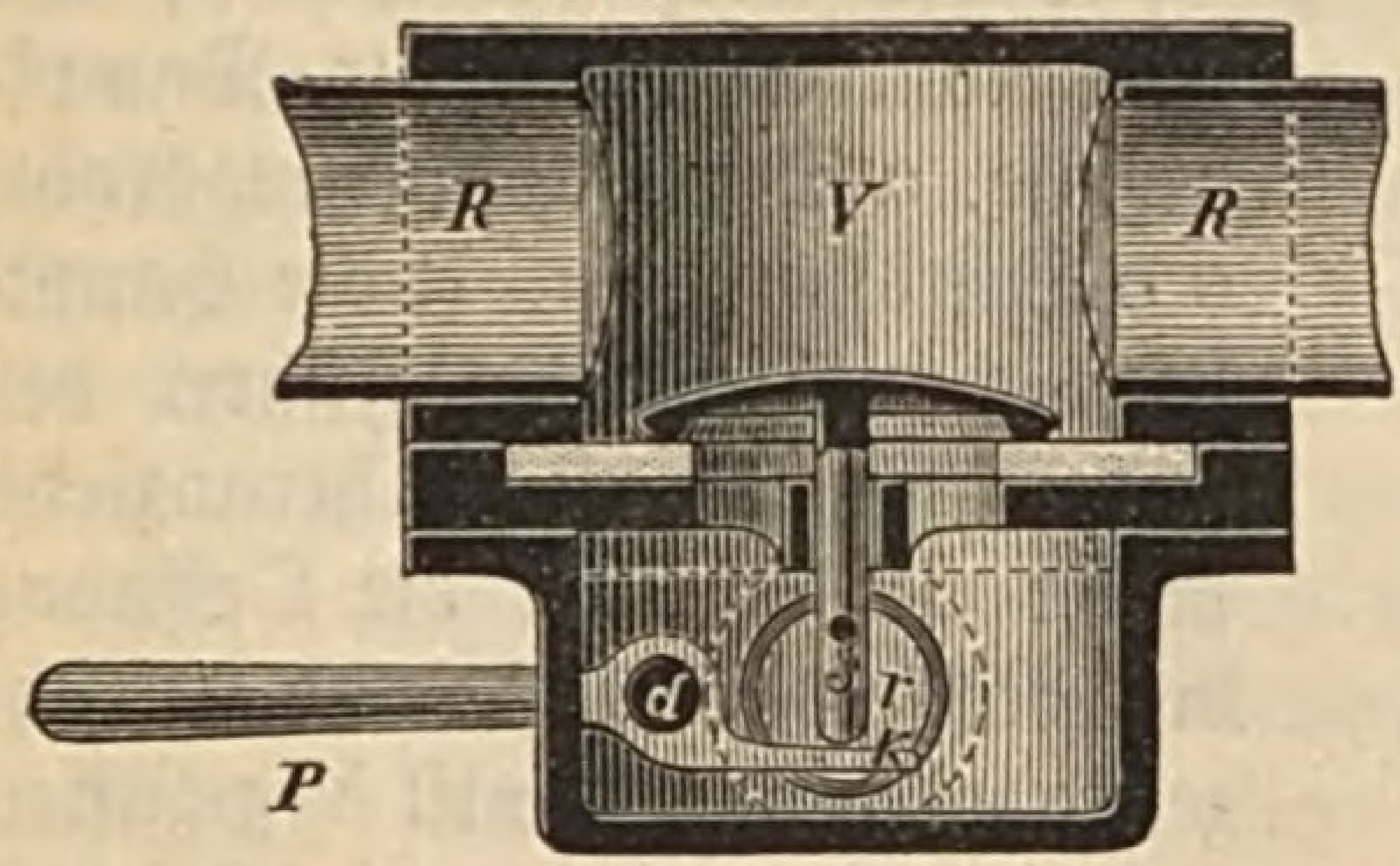
Verbindung und zwar A unmittelbar, wogegen nach B ein selbstthätiges Ventil V eingeschaltet ist.

Die Luftleere in der Hauptleitung und den beiden Glocken wird von der Maschine aus beim Stillstande derselben durch einen Luftsauger, wie bei der Bremse von Smith, dagegen während des Fahrens durch eine vom Excenter betriebene Luftpumpe hergestellt. Wenn gebremst werden soll, so öffnet der Führer ein Ventil nach der Hauptleitung, welche sich dadurch mit Luft füllt, die sofort in die Glocke A dringt und hier die Luftleere zerstört. Die Glocke B ist durch das Rückschlagventil V von der Leitung abgesperrt, es bleibt also die Luftleere in derselben bestehen. In Folge dessen tritt die Scheidewand bei A heraus und bei B hinein, der Hebel h macht eine rückgängige Bewegung und mittelst der Gestänge werden die Bremsklötze angepreßt.

Soll die Bremsung aufhören, so schließt der Führer das Ventil auf der Maschine, die Luftpumpe stellt alsbald die Luftleere in der Leitung und der Glocke A her, die Scheidewand von A tritt in die Glocke, die von B tritt heraus, die Bremsklötze werden abgehoben.

Wenn eine Zugtrennung stattfindet, so fließt ebenfalls Luft in die Leitung und in Folge dessen findet auch selbstthätig die Bremsung statt. Die Sander'sche Bremse ist also durchgehend und selbstthätig. Um im Falle einer Zugtrennung oder wenn ein abgehängter Wagen ausgesetzt werden soll, die Bremse zu lösen, kann durch den außen angebrachten Hebel P, die Welle d und den im Inneren liegenden Daumen K das Ventil durch Druck unter den Stift s gelüftet werden, es tritt Luft in die Glocke A und zerstört die Luftleere. Fig. 619.

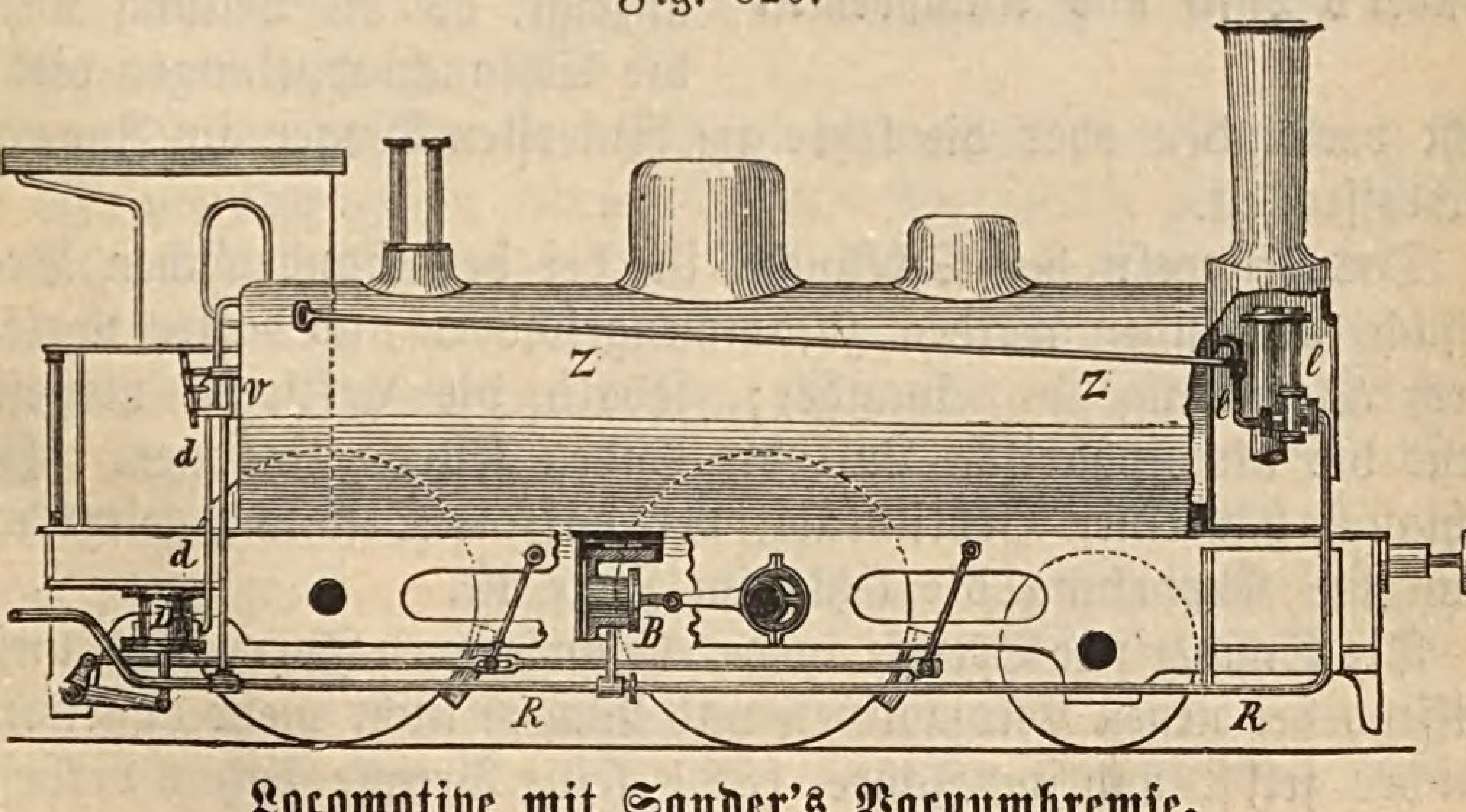
Fig. 619.




**Rückschlagventil der Sander'schen Bremse.**

Ein im Coupé des Zugführers angebrachtes gleiches Ventil ermöglicht in derselben Weise den Zutritt der Luft zur Hauptleitung, es kann also auch vom Zuge aus gebremst werden. Die

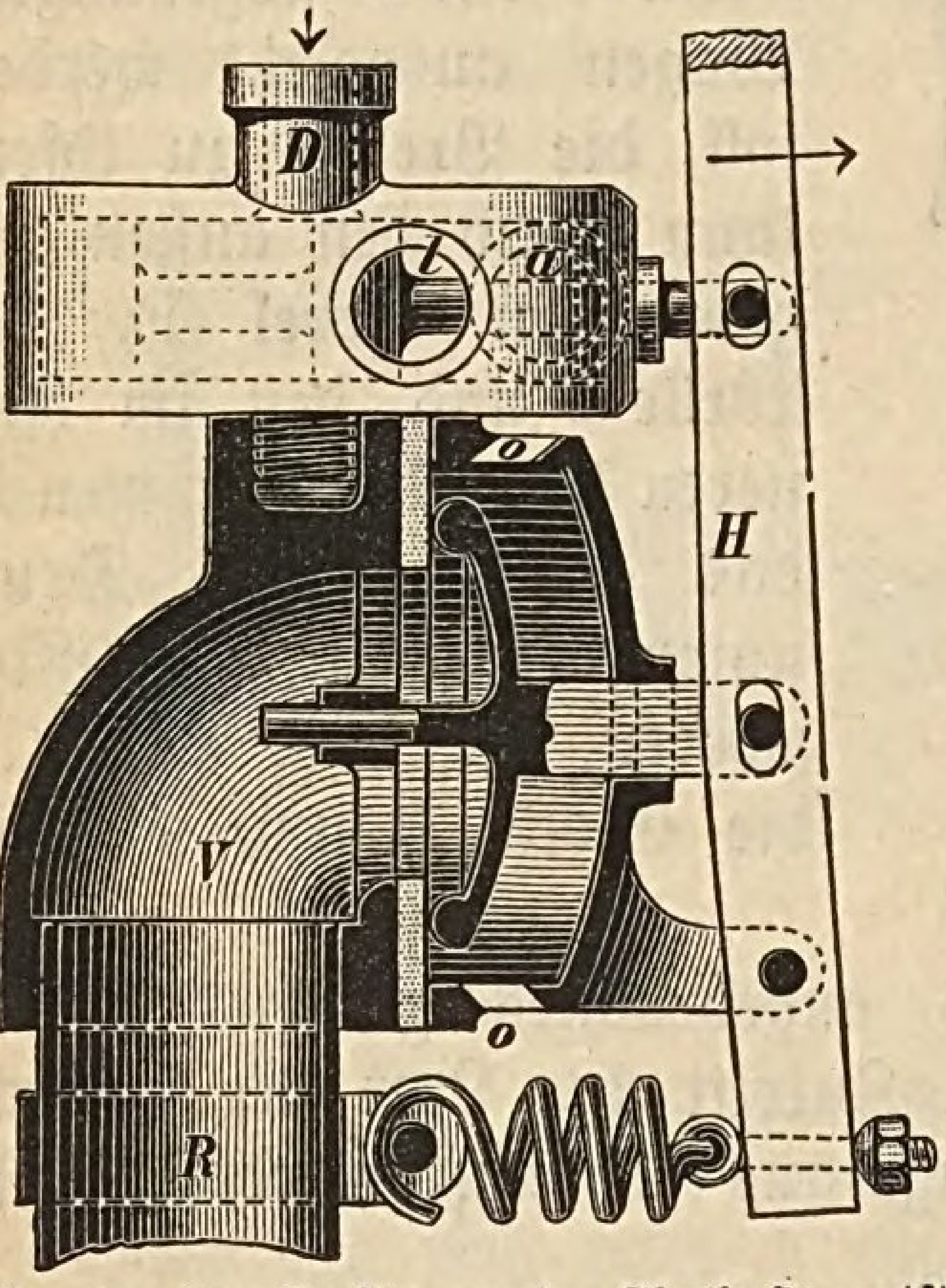
Fig. 620.




**Locomotive mit Sander's Vacuumbremse.**

Locomotive eines mit der Sander'schen Bremse ausgerüsteten Zuges wird nicht durch die Vacuumbremse, sondern mittelst einer Dampfbremse gebremst, Fig. 620, e der in der Rauchkammer liegende Luftsauger, l die Dampfleitung, R R die Luftleitung, Z Z Zugstange nach dem Führerstande, B Luftpumpe, D Dampfbremse, V Rückschlagsventil. Die Dampfleitung d d wird nach dem Bremscylinder gleichzeitig mit dem Luftventile nach der Hauptluftleitung R R geöffnet, also der Zug durch die Vacuumbremse und die Locomotive durch die Dampfbremse gleichzeitig gebremst. (Fig. 621.)

Fig. 621.




**Sander's Luft- und Anlaßventil.**

Bei D tritt der Dampf ein, das Rohr l führt zur Dampfbremse, a Dampfabführungsrohr, o o Luftöffnungen, R die Hauptleitung. Wenn der Führer den Hebel H an sich heranzieht, macht ein Schieber die Oeffnung des Rohres l frei, und gleichzeitig wird das Ventil V gelüftet, es tritt Dampf in die Dampfbremse und Luft in die Hauptleitung, Maschine und Wagen werden gleichzeitig gebremst.

Auf dem Führerstande ist ein Vacuummeter angebracht, welches den Grad der Luftverdünnung und vorkommenden Falles auch anzeigt, ob die Leitung undicht, die Schlauchkuppelungen vielleicht nicht verbunden oder die letzte am hintersten Wagen im Zuge nicht geschlossen ist.

Das Kuppeln der Schläuche ist bei der Sander'schen Bremse einfach, die Enden werden zusammengeschoben und haften vorläufig durch Klemmung an einander; sobald die Luftleere hergestellt, preßt die atmosphärische Luft die Enden fester zusammen. Jeder Schlauch hat einen Ventildeckel, der vor die Oeffnung gelegt wird, wenn die Kuppelung die letzte im Zuge ist.

Die Sander'sche Bremse in der beschriebenen Form wird unseres Wissens bei neuen Locomotiven und Wagen nicht mehr angewendet. Sander selbst hat im Jahre 1881 seine Bremse dahin verbessert,

daß er die Losglocke fortgelassen, die Druckglocke unten geschlossen und der Kolbenstange einen verhältnißmäßig großen Querschnitt gegeben, und durch den Luftdruck auf den Querschnitt der Kolbenstange den Rückgang des Kolbens, d. h. das Lösen der Bremse bewirkt hat.

## Vacuumbremse von Körting.

Diese verbesserte Vacuumbremse hat, abweichend von Smith's und Sander's Bremse, zwei Dampfstrahlluftsauger, einen kleineren und einen größeren, und zwar beide auf dem Führerstande, Fig. 622. Sie erhalten den Dampf durch ein gemeinschaftliches Dampfventil, jedoch hat ein jeder noch sein besonderes Dampfabsperrventil. Die Saugöffnungen der Luftsauger sind mit der Luftleitung durch zwei Zweigrohre verbunden, welche je ein Rückschlagventil haben, damit jeder Luftsauger unabhängig und ohne Luft durch den anderen zu saugen arbeiten kann. Auf dem Führerstande befindet sich noch der Vacuummeter und die Luftklappe. Der gebrauchte Dampf der Luftsauger wird in den Schornstein geleitet.

Jeder Wagen hat einen gußeisernen Bremscylinder (der Tender zwei oder einen größeren) mit Kolben und Kolbenstange, an welche sich das Bremsgestänge schließt. Der Kolben hat eine ventilartig wirkende Stulpe, welche das besondere Rückschlagventil (Fig. 618 und 619) der Sander'schen Bremse unnöthig macht.

Mit jedem Bremscylinder ist durch Röhrchen ein schmiedeeiserner luftdichter Behälter (401) verbunden zur Vergrößerung des Raumes oberhalb des Bremskolbens.

Der Bremscylinder ist senkrecht aufgehängt, was die Lösung der Bremse erleichtert.

Am Deckel des Bremscylinders (unterhalb des Kolbens) sind zwei Stutzen angegossen, einer für den Anschluß an die Luftleitung, der andere für die Aufnahme des Bremsventiles, um Luft unterhalb des Kolbens einzuführen und damit die Bremswirkung eintreten zu lassen. Der obere Theil des Cylinders enthält einen Stutzen für das Losventil, um Luft oberhalb des Kolbens einführen und dadurch die Bremswirkung aufheben zu können. Dann einen zweiten Stutzen zur Aufnahme eines Kupferrohres, welches nach dem luftdichten Behälter führt.

Wird mittelst der Luftsauger die Luft aus dem Leitungsrohr gesogen, so stellt sich vermöge der ventilartig wirkenden Kolben=

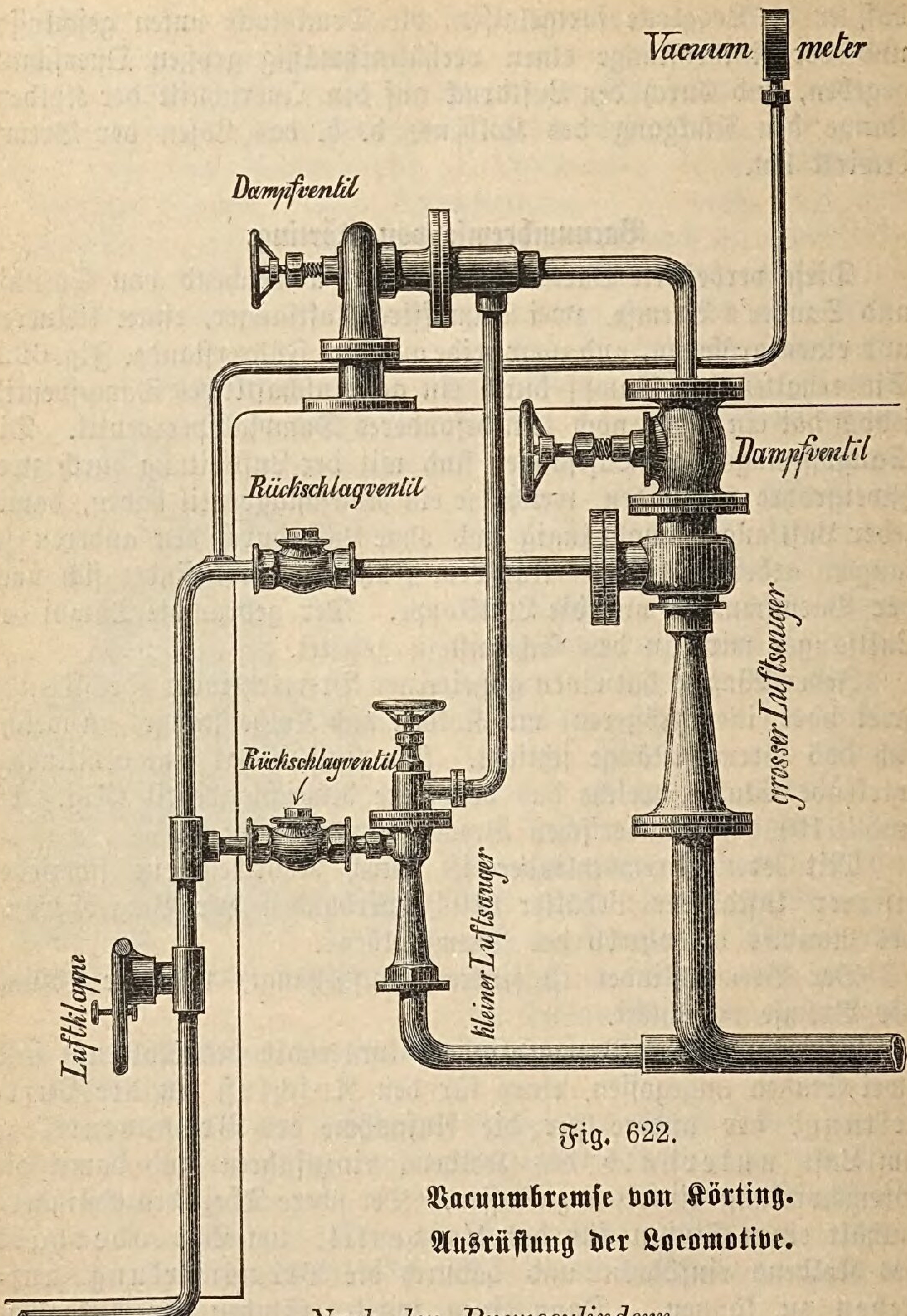



Fig. 622.

**Vacuumbremse von Körting.**

**Ausrüstung der Locomotive.**

*Nach den Bremscylindern.*

stulpe eine annähernd gleiche Luftverdünnung auf beiden Seiten des Kolbens und in dem Luftbehälter ein; der Kolben bewegt sich

in Folge seines Gewichtes nach unten, in welcher Lage die Bremsklötze von den Rädern abliegen, die Bremse ist also gelöst.

So lange nicht gebremst werden soll, wird durch anhaltende Thätigkeit des kleinen Luftsaugers die Luftverdünnung dauernd erhalten — die Bremsen bleiben gelöst.

Soll gebremst werden, so öffnet der Führer die Luftklappe, es wird sofort die Luftverdünnung in der Leitung und im Bremscylinder unterhalb des Kolbens aufgehoben, sie bleibt aber oberhalb des Kolbens und im Luftbehälter bestehen, da die Kolbenstulpe wohl das Aussaugen der Luft oberhalb des Kolbens gestattet, den Rücktritt der Luft aber verhindert. Der natürliche Luftdruck bewegt nun den Kolben aufwärts, welche Bewegung durch die Kolbenstange, Hebel, Bremswelle und Zugstangen auf die Bremsklötze übertragen wird, diese werden an die Räder gepreßt, die Bremsen werden geschlossen.

Das Losventil beim Tenderbremscylinder ist mittelst Drahtzuges vom Führerstand aus zu öffnen, um die Tenderbremse sofort lösen zu können. Bei den Bremscylindern der Wagen ist das Losventil mittelst Drahtzuges nach der Bufferbohle dem Zug- und Rangirpersonale zugänglich, um beim Abkuppeln von Wagen, wobei Luft in die Leitung tritt, also die Bremsen sich schließen, diese öffnen zu können.

Das Bremsventil kann durch einen Drahtzug vom Wagen aus geöffnet werden, so daß also auch von diesem aus der Zug gebremst werden kann.

Wenn eine Zugtrennung eintritt und dadurch Luft in die Leitung gelangt, so tritt eine selbstthätige Bremsung des Zuges ein. Die Körting'sche Vacuumbremse ist also durchgehend und selbstthätig.

Im Betriebe setzt man zum ersten Aussaugen der Luft aus der Luftleitung an sämmtlichen Bremscylindern und Behältern beide Luftsauger in Thätigkeit. Ist die Luftverdünnung erreicht, so läßt man den kleinen Luftsauger allein wirken. Um zu bremsen, wird die Luftklappe geöffnet, wobei der kleine Luftsauger in Thätigkeit bleibt. Einige Sekunden vor dem Stillstand des Zuges schließt man die Luftklappe, worauf der kleine Luftsauger die Bremsen sofort wieder öffnet.

# V. Anhang.

Die höchst zulässigen Maße in Breite, Höhe &c. setzt § 88 fest.

Alle festen Theile der Locomotiven dürfen höchstens die Grenzen des nachstehend beschriebenen Profils erreichen: dieselbe hat in der Höhe von 100 mm bis 430 mm über Schienenoberkante überall einen Abstand von 50 mm von der Umgrenzung des lichten Raumes und in der Höhe von 430 mm bis 3,200 m über Schienenoberkante eine Gesammtbreite von 3,150 m oder eine Breite von 1,575 m zu jeder Seite der Geleisemitte. Von 3,200 m über Schienenoberkante an vermindert sich letztere Breite bei geradliniger Umgrenzung, und zwar bis auf 1,300 m in der Höhe von 3,700 m über Schienenoberkante und bis auf 850 mm in der Höhe von 4,150 m über Schienenoberkante.

Ueber die Höhe von 4,150 m über Schienenoberkante dürfen nur die Locomotivschornsteine, und zwar höchstens bis 4,570 m, hinausragen.

Unter 100 mm über Schienenoberkante dürfen, auch bei abgenutzten Radreifen, abgesehen von den Rädern, nur die Gegengewichte der Räder, die Bahnräumer, Bremsklötze, Sandstreuer, Sicherheitsketten, Kuppelungen und die beweglichen, dem Federspiel nicht folgenden Locomotivtheile herabreichen, und zwar die durch die Breite des Radreifens gedeckten Theile bis auf 50 mm, die übrigen vorbezeichneten Theile bis auf 75 mm über Schienenoberkante.

Anmerkung: Für Locomotiven, welche für den ausschließlichen Betrieb besonderer Bahngebiete bestimmt sind, sind diese Vorschriften nicht bindend.

| | Normalien für Güterzug-Locomotiven mm | Normalien für Personenzug-Locomotiven mm | Bemerkungen. |
|---|---|---|---|
| **A. Cylinder.** | | | Maße in Millimeter. |
| 1. Lage | außerhalb | außerhalb | |
| 2. Durchmesser | 450 | 420 | Die Steuerung nach Allan kann innen und außen angeordnet werden. |
| 3. Kolbenhub | 630 | 560 | |
| 4. Von Mitte zu Mitte | 2030 | 1880 | |
| **B. Achsen und Räder.** | | | |
| 5. Stärke in der Radnabe | 190 | 190 | |
| 6. „ „ „ Mitte | 180 | 180 | |
| 7. „ des Schenkels | 180 | 180 | |
| 8. Von Mitte zu Mitte des Schenkels | 1180 | 1180 | Bei den Güterzugmaschinen sind alle, bei den Personenzugmaschinen die beiden Hinterachsen gekuppelt. |
| 9. Aeußerer Durchmesser des Radsternes | 1200 | 1600 | |
| 10. Treibrad-Durchmesser in der Lauffläche | 1330 | 1730 | |
| 11. Gesammter Radstand der Locomotive | 3400 | 4400 | |
| 12. Gesammter Radstand von Locomotive und Tender | 10838 | 10778 | ad B. 6. Bei der Laufachse 170 mm. |
| 13. Entfernung der Stoßflächen der Buffer von Locomotive und Tender | 15156 | 14768 | ad B. 9. Bei der Laufachse 1000 mm. |
| **C. Rahmen.** | | | |
| 14. Lichte Entfernung zwischen den Rahmenblechen | 1240 | 1240 | |
| 15. Stärke der Bleche | 25 | 25 | |
| 16. Rahmenoberkante über Schienenoberkante | 1210 | 1210 | |
| 17. Ganze Länge | 8000 | 7745 | |
| 18. Größte Breite der Locomotive bei Außensteuerung | 2970 | 2950 | |
| „ Innensteuerung | 2950 | 2950 | |
| **D. Kessel.** | | | |
| 19. Länge zwischen Feuerbuchsmantel u. vorderer Rohrwand | 4340 | 3600 | |
| 20. Mitte Kessel über Schienenoberkante | 1980 | 1950 | Bei 1040 mm Bufferhöhe. |
| 21. Durchmesser, vorderer Schuß | 1372 | 1244 | |
| „ mittlerer „ | 1400 | 1272 | |

| | Normalien für Güterzug- Locomotiven. mm | Normalien für Personenzug- Locomotiven. mm | Bemerkungen. |
|---|---|---|---|
| Durchmesser, hinterer Schuß | 1372 | 1300 | Jeder Schuß be- |
| 22. Stärke des Bleches . . . . | 14 | 14 | steht aus einem |
| 23. Aeußerer Durchmesser der Siederöhren . . . . . . . | 50 | 50 | Bleche. |
| 24. Stärke der Siederöhren . . | 2,5 | 2,5 | |
| 25. Entfernung von Mitte zu Mitte . . . . . . . . . . | 66 | 66 | |
| 26. Anzahl der Siederöhren . . | 186 | 162 | |
| 27. Höhe des Dampfdoms . . . | 780 | 780 | |
| 28. Durchmesser des Dampfdoms | 650 | 650 | |
| 29. Länge der Rauchkammer im Lichten . . . . . . . . | 750 | 675 | |
| 30. Durchmesser d. Rauchkammer im Lichten . . . . . . . . | 1700 | 1550 | |
| 31. Höhe des Schornsteins über Schienenoberkante . . . . . | 4300 | 4300 | |
| 32. Breite d. Feuerbuchsmantels zwischen den Rahmen . . . | 1220 | 1200 | |
| 33. Aeußere Länge des Feuerbuchsmantels . . . . . . . | 1750 | 2000 | |
| 34. Innere Feuerkiste, Länge oben im Lichten . . . . . . . . | 1450 | 1740 | |
| 35. Innere Feuerkiste, Länge unten im Lichten . . . . . | 1530 | 1780 | |
| 36. Innere Feuerkiste, Breite oben im Lichten . . . . . | 1100 | 1070 | |
| 37. Innere Feuerkiste, Breite unten im Lichten . . . . . | 1000 | 980 | |
| 38. Innere Feuerkiste, Höhe vorn im Lichten . . . . . . . . | 1520 | 1445 | |
| 39. Innere Feuerkiste, Höhe hinten im Lichten . . . . . | 1520 | 1000 | |
| **E. Gewicht.** | | | |
| 40. Gesammtgewicht, leer . . . | 663 Ctr. | 656 Ctr. | |
| 41. „ betriebsfähig | 743 „ | 739 „ | Preise: |
| 42. Belastung der Vorderachse . | 252 „ | 252 „ | Personenzug- |
| 43. „ „ Mittelachse . | 244 „ | 240 „ | maschine 30 000 ℳ |
| 44. „ „ Hinterachse . | 247 „ | 247 „ | Güterzugmaschine |
| **F. Tender.** | | | 27 000 ℳ |
| 45. Radstand . . . . . . . . | 3300 | 3300 | Tendermaschine |
| 46. Fassungsraum für Wasser . | 10,5 cbm | 10,5 cbm | (3f. gek.) |
| 47. „ „ Kohlen . | 80 Ctr. | 80 Ctr. | 22 000 ℳ |

Fig. 7.

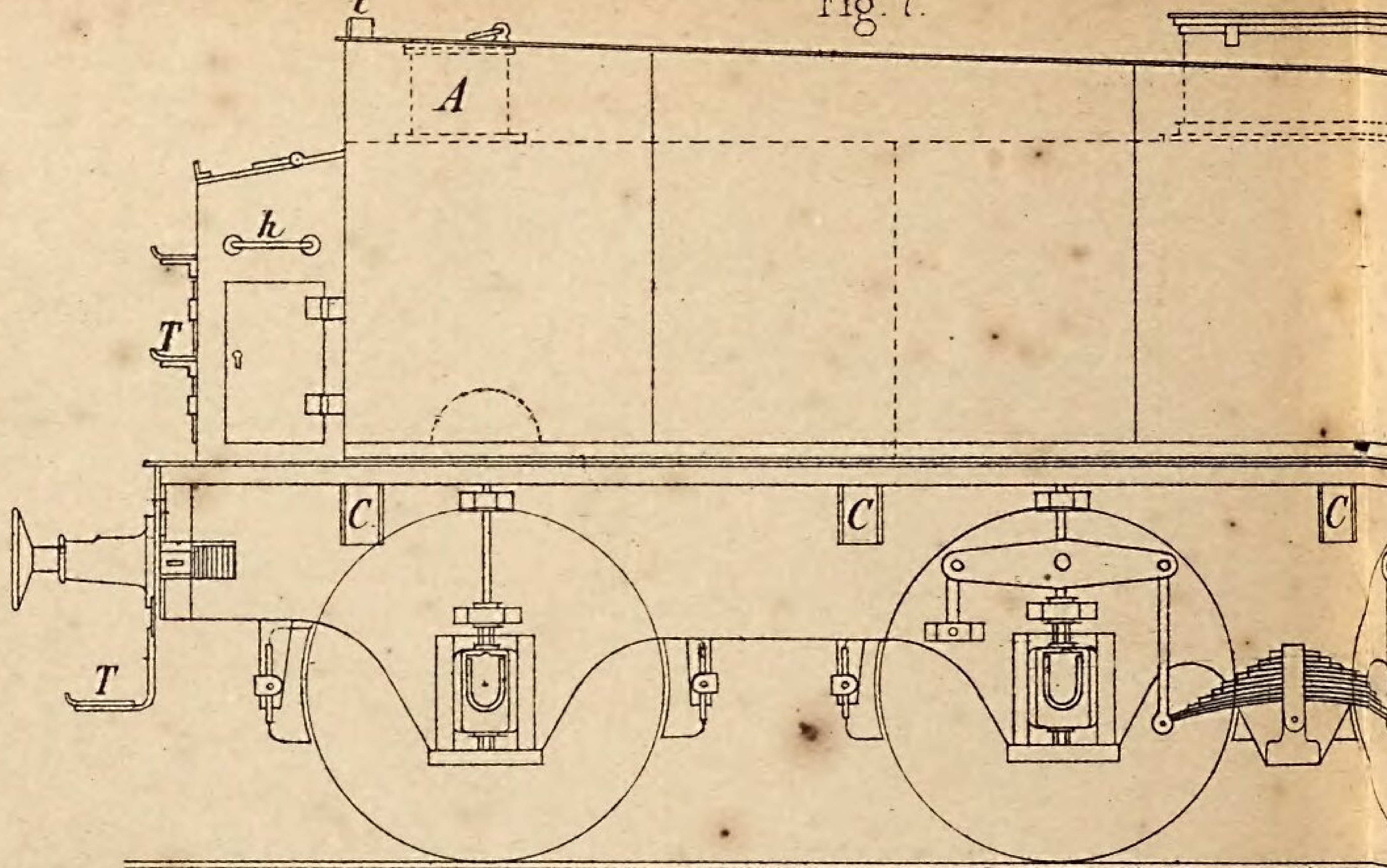



Fig. 9.

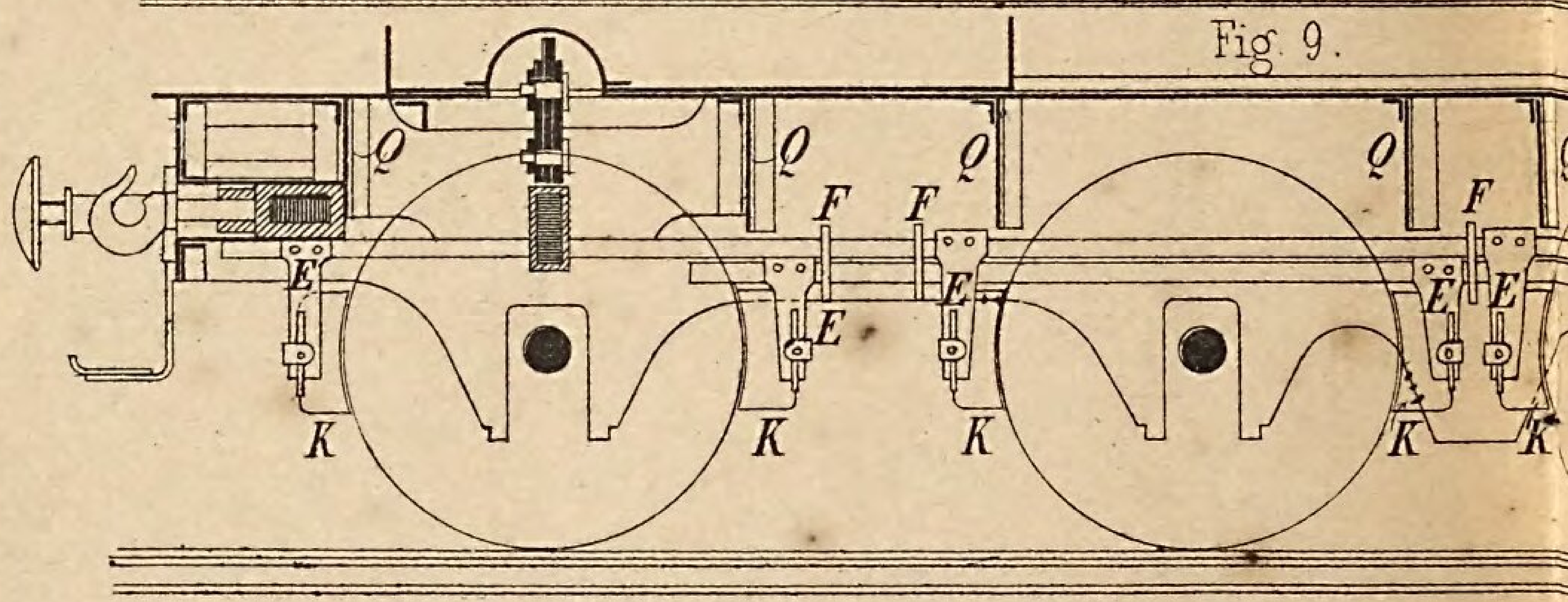
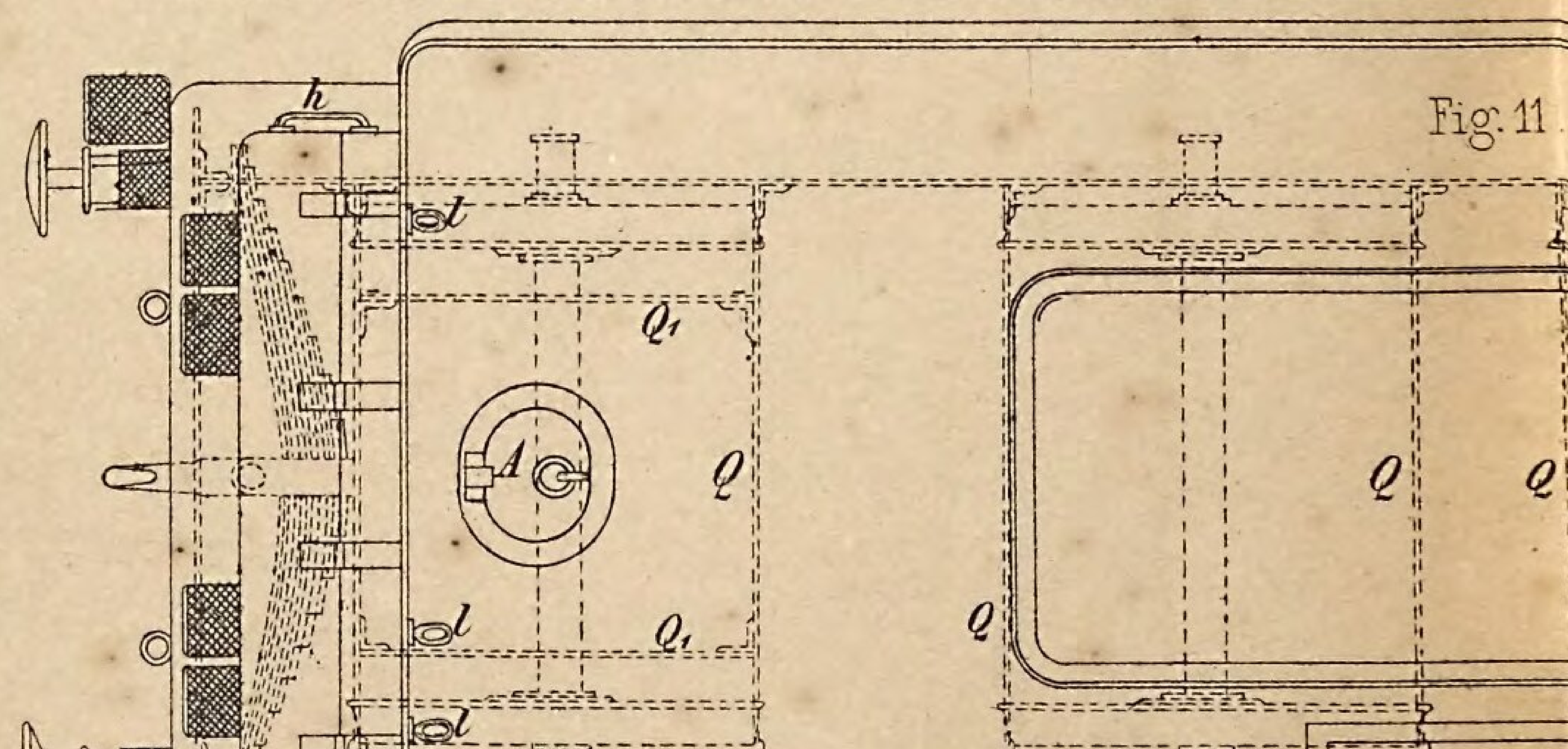



Fig. 11.




Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

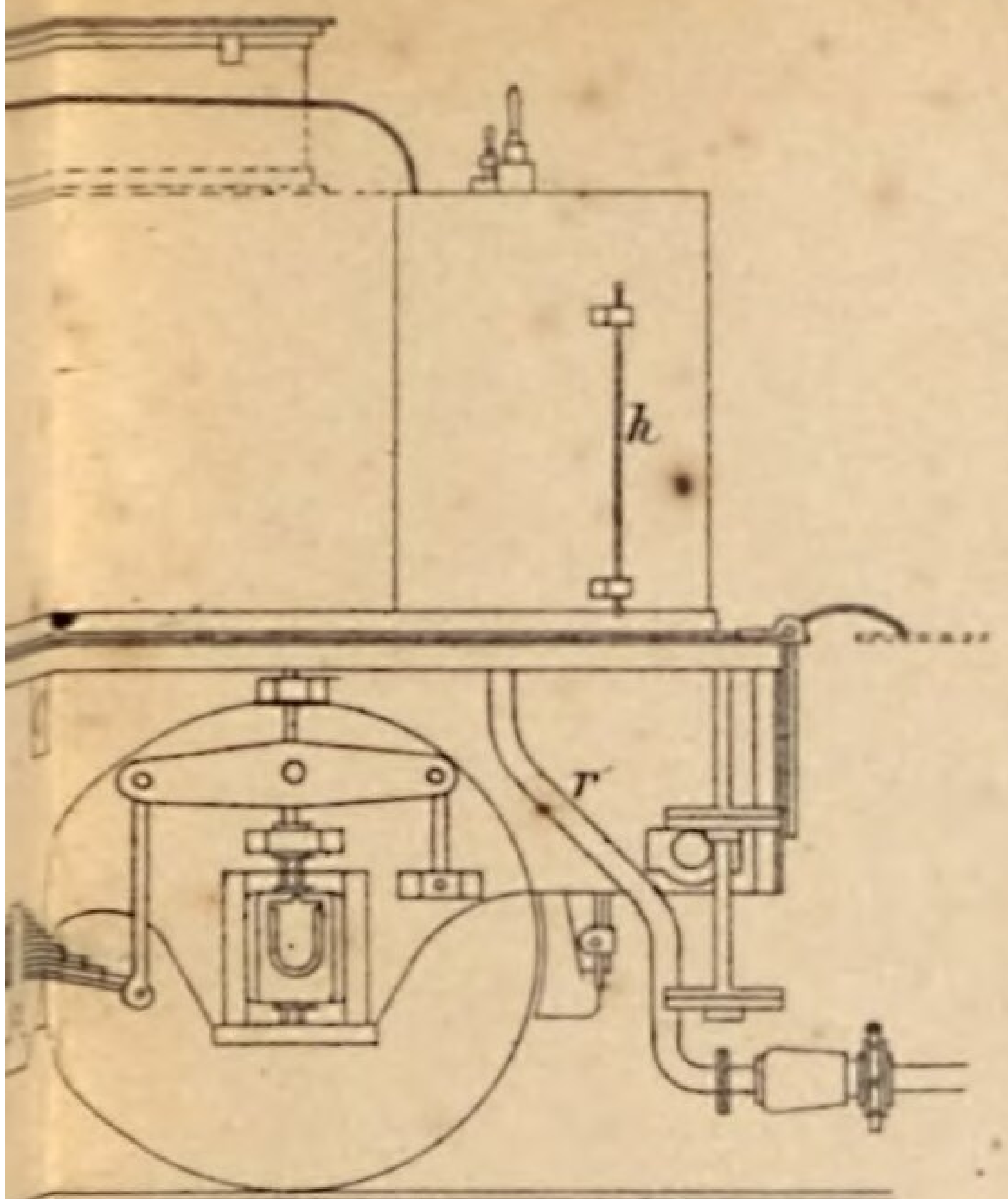
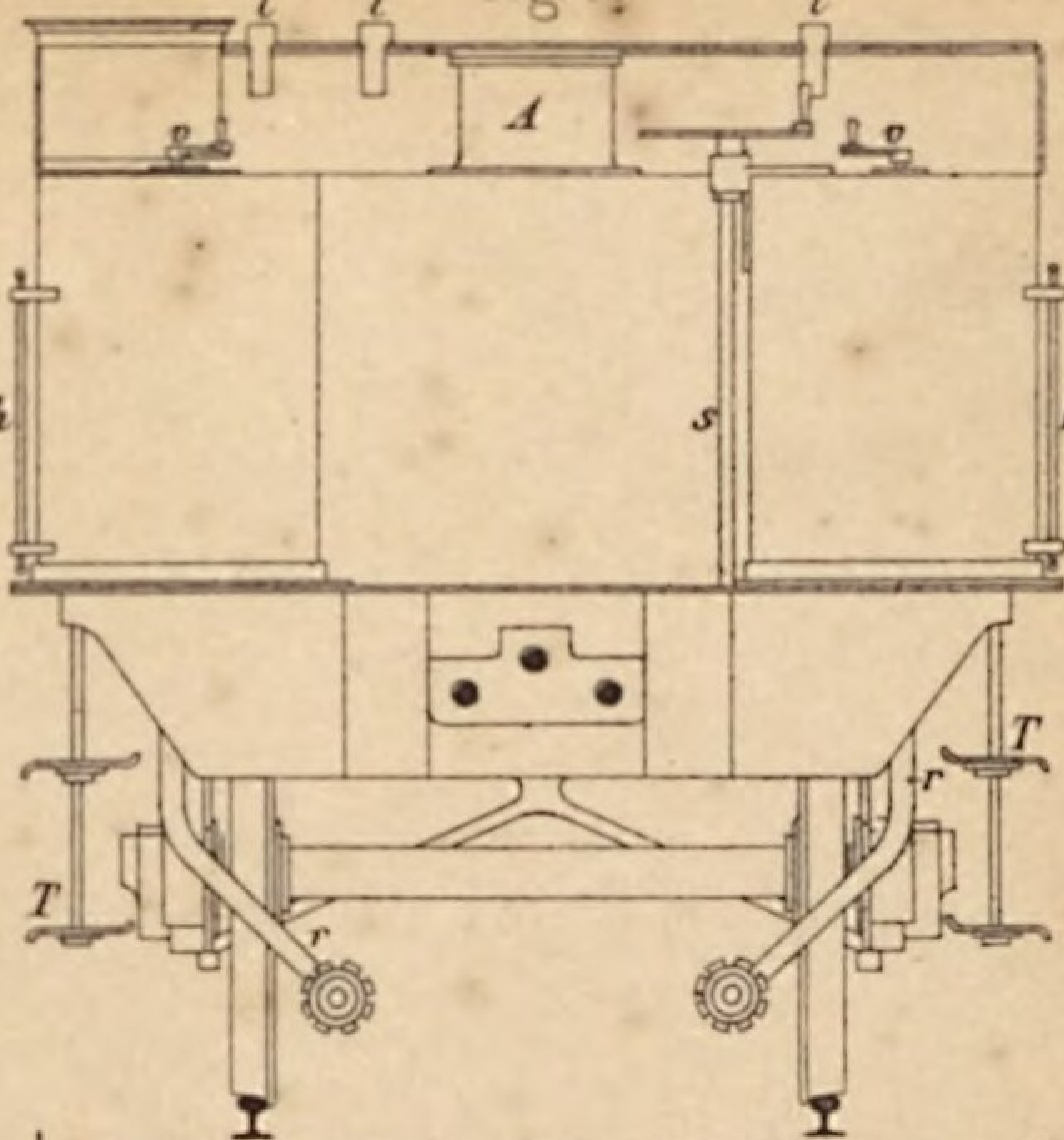
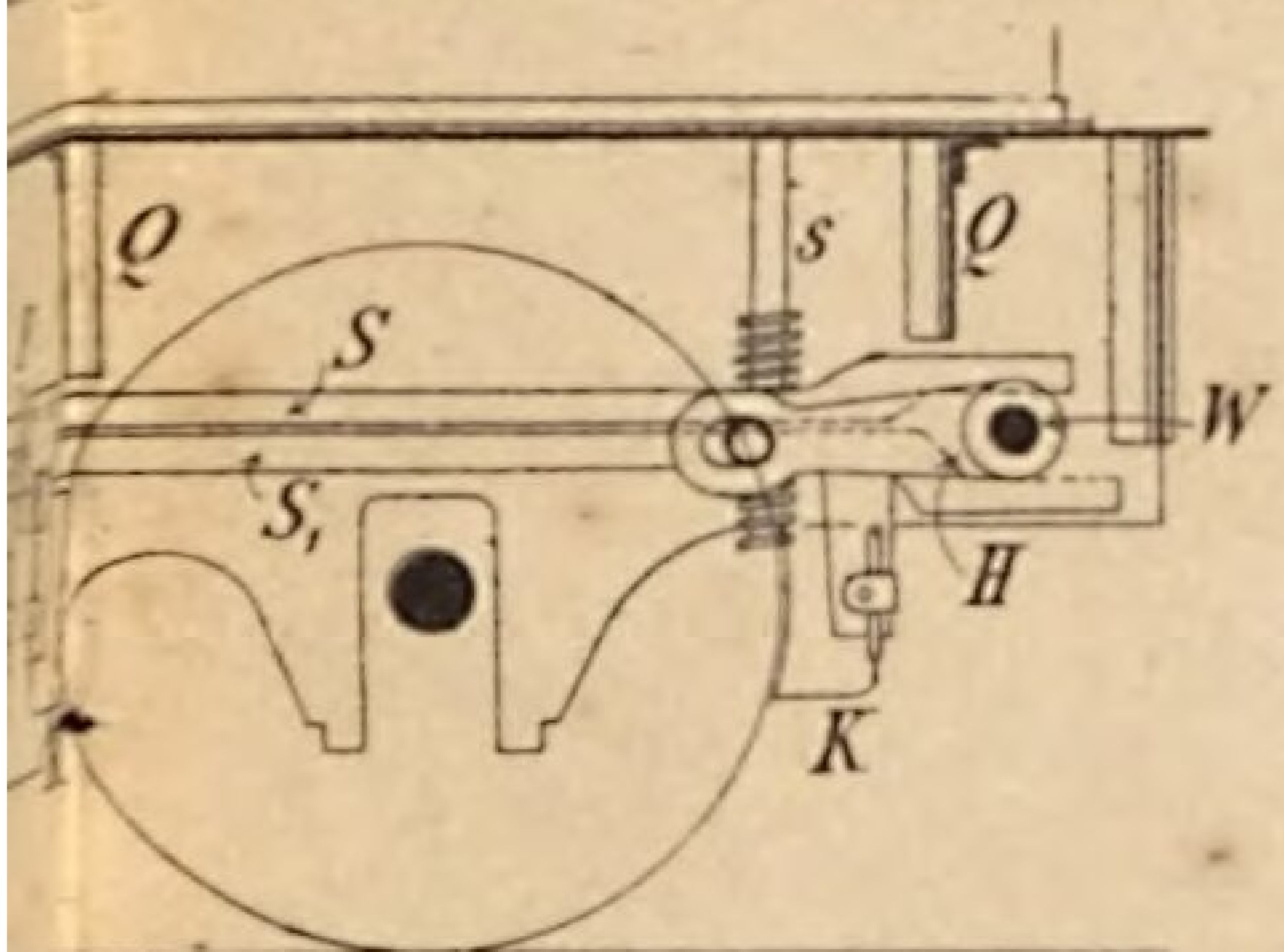



Fig. 8.



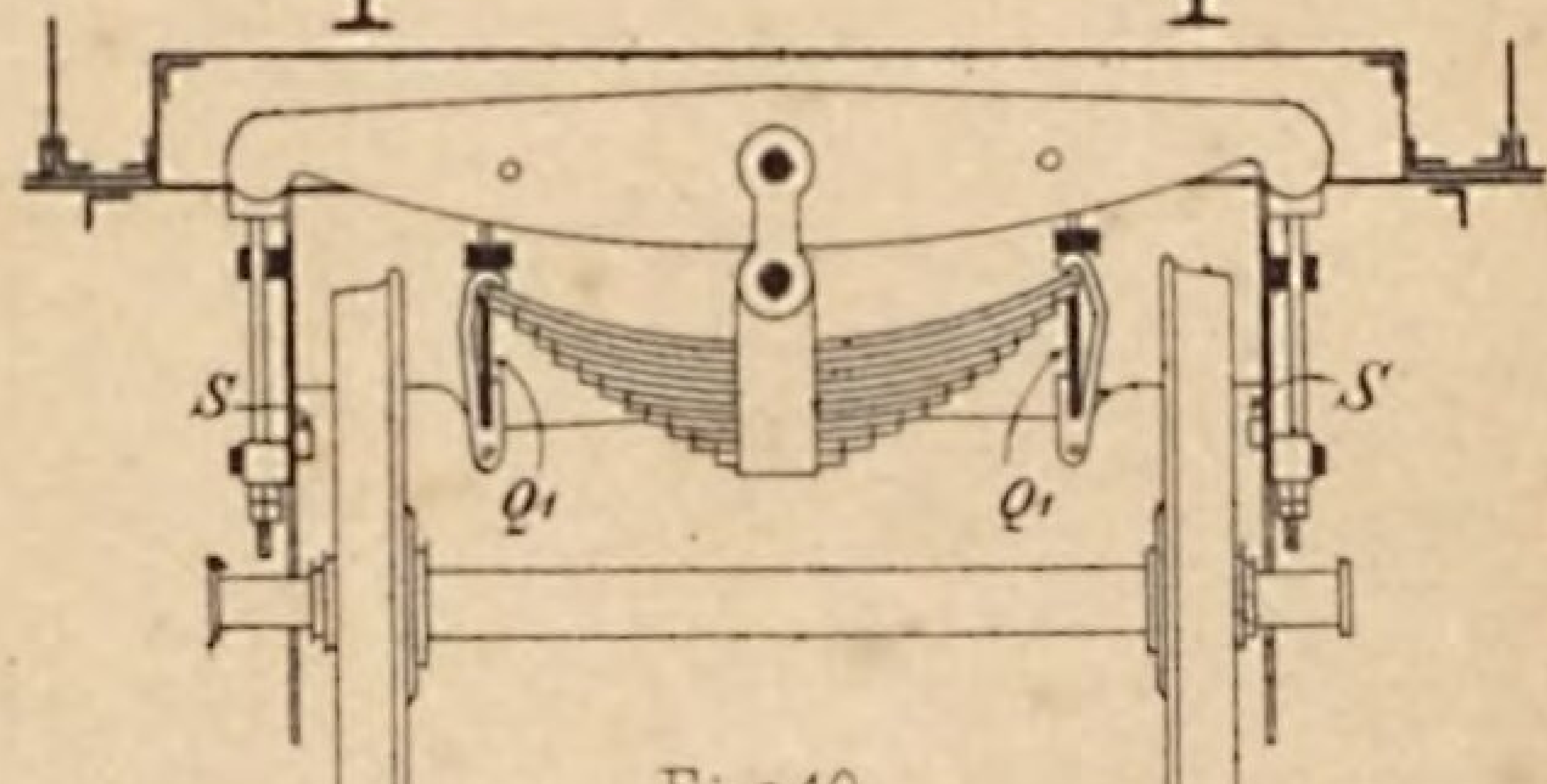
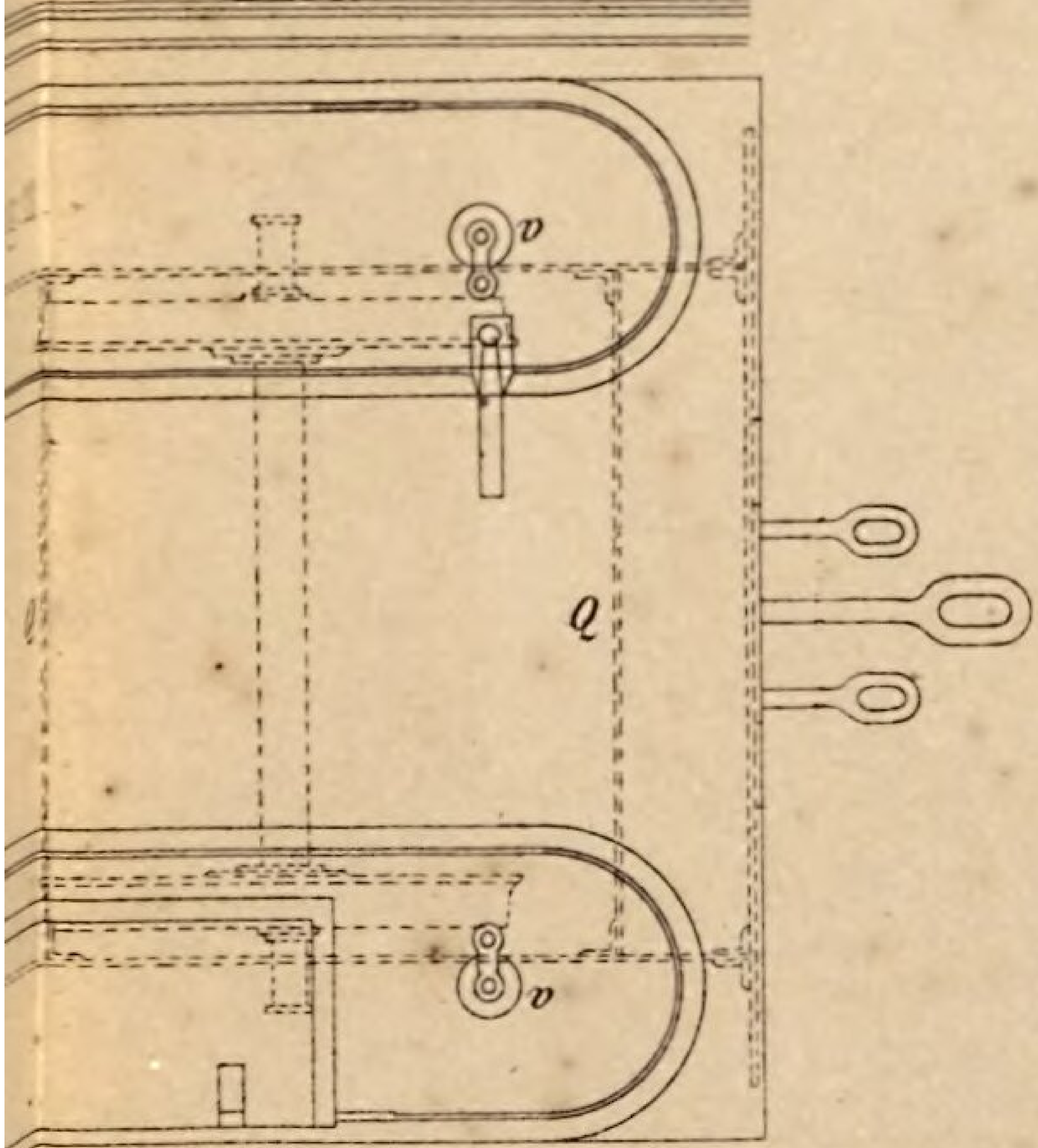




Fig. 10.




# Tender.

*Fig. 7. Seitenansicht.*
*Fig. 8. Vordere Ansicht.*
*Fig. 9. Längendurchschnitt.*
*Fig. 10. Querdurchschnitt.*
*Fig. 11. Obere Ansicht.*

Verlag v. J. F. Bergmann, Wiesbaden.

Brosius, Ignaz / Koch, Richard / Brosius, Max

Die Schule des Locomotivführers Handbuch für Eisenbahnbeamte und Studirende technischer Anstalten

Bd.: 2

Wiesbaden 1892